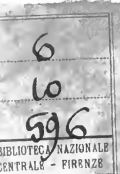
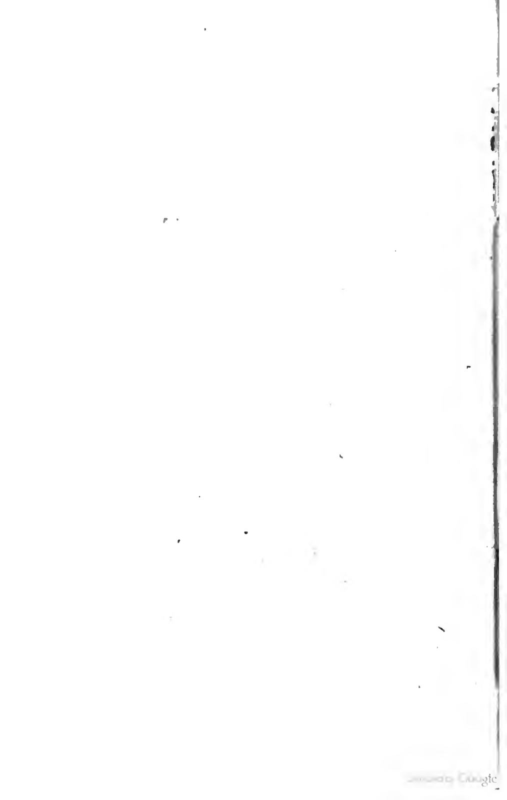

BIBLIOTECA
NAZIONALE
FIRENZE



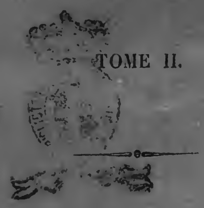




LETTRES
SUR L'ASTRONOMIE,
EN PROSE ET EN VERS,

PAR ALBERT-MONTÉMONT,
MEMBRE DE PLUSIEURS SOCIÉTÉS SAVANTES.

TOME II.



PARIS,
CHEZ LELONG, LIBRAIRE,
PALAIS-ROYAL, GALERIE DE BOIS, N° 233.
1823.

LETTRES

SUR L'ASTRONOMIE.

II.

J. P. JACOB, IMPRIMEUR A VERSAILLES.



Galilée montrant l'effet de sa lunette aux Cardinaux à Rome, auprès du Capitole.



Sur l'Astronomie,

en prose et en vers,

Par Albert-Montémont,

Membre de plusieurs sociétés savantes.

Tome second.

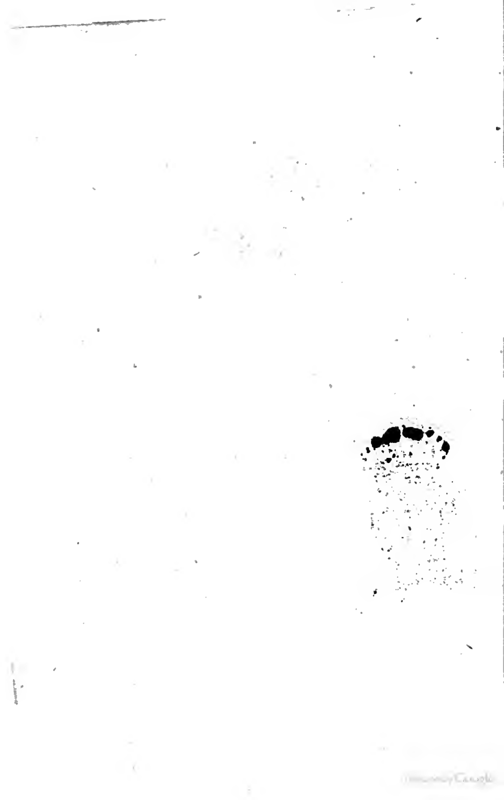


Voltaire lisant des vers sur l'astronomie à la Mise Du Châtelet.

A Paris

Chez LELONG, Libraire, palais royal, galeries de bois,

N°233.



LETTRES
SUR L'ASTRONOMIE,

EN PROSE ET EN VERS,

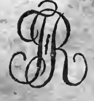
PAR ALBERT-MONTÉMONT,

MEMBRE DE PLUSIEURS SOCIÉTÉS SAVANTES.

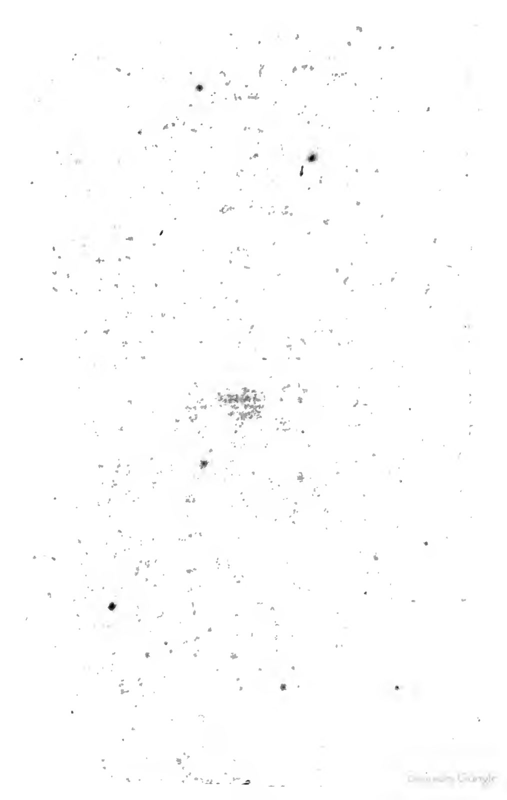
> L'astronomie, par la dignité de son objet et la perfection de ses théories, est le plus beau monument de l'esprit humain, le titre le plus noble de son intelligence. (LAPLACE.)

TOME DEUXIÈME.





PARIS,
CHEZ LELONG, LIBRAIRE,
PALAIS-ROYAL, GALERIES DE BOIS, N° 233.
1823.



LETTRES
SUR L'ASTRONOMIE,
EN PROSE ET EN VERS.

LIVRE SECOND.
SYSTÈME PLANÉTAIRE.

LETTRE V.
DU SOLEIL.

Forme ; taches, et rotation ; nature ; diamètre, grosseur, distance ; atmosphère solaire ; lumière zodiacale ; lumière, et sa vitesse ; réfraction ; aurore, crépuscule ; aurores boréales ; arc-en-ciel ; azur céleste. Mouvement apparent. Ode au Soleil.

La nature sans lui, c'est l'univers sans Dieu.

Les corps célestes comprennent deux grandes divisions : les corps lumineux par

eux-mêmes, qui sont le soleil et les étoiles; et les corps opaques ou non doués d'une lumière à eux, savoir : les planètes, leurs satellites et les comètes. Ces trois dernières espèces composent notre système planétaire au centre duquel est placé le soleil. Le premier livre de cet ouvrage a déjà fait connaître les phénomènes généraux, et la planète de la terre, ainsi que sa figure et son double mouvement. Je vais maintenant vous parler du soleil.

Presque tous les poètes ont été inspirés par la vue de cet astre. Tout le monde connaît la sublime apostrophe de Thompson au soleil, dans son poème des Saisons; je ne la citerai point, car elle serait trop longue; vous en trouverez un léger corollaire dans celle de Saint-Lambert, que je vais rapporter:

O toi, dont l'Éternel a tracé la carrière,
Toi qui fais végéter et sentir la matière,
Qui mesures le temps et dispenses le jour,
Roi des mondes errans qui composent ta cour,

Du Dieu qui te conduit noble et brillante image,
Les saisons, leurs présens, nos biens, sont ton ouvrage.
Tu disposas la terre à la fécondité,
Quand tu la revêtis de grâce et de beauté.
Tu t'élevas bientôt sur la céleste voûte,
Et des traits plus ardens ont embrasé ta route.
De l'équateur au pôle ils pénètrent les airs,
Le centre de la terre et l'abîme des mers;
A des êtres sans nombre ils donnent la naissance;
Tout se meut, s'organise, et sent son existence;
La matière est vivante, et des champs enflammés
Le sable et le limon semblent s'être animés.

M. de Fontanes n'a pas été moins heureux que le Thompson français dans cette invocation qu'il adresse également au soleil :

O grand astre! ô soleil! ta loi toute-puissante
Régit de l'univers la sphère obéissante;
Depuis l'ardent Mercure, en tes feux englouti,
Jusqu'à ce froid Saturne au pas appesanti,
Qui prolonge trente ans sa tardive carrière,
Ceint de l'anneau mobile où se peint ta lumière,
Tu les gouvernes tous. Qui peut te gouverner?
Quel bras autour de toi t'a contraint de tourner?
Soleil! ce fut un jour de l'année éternelle!
Aux portes du chaos Dieu s'avance et t'appelle:
Le noir chaos s'ébranle, et de ses flancs ouverts,
Tout écumant de feux, tu jaillis dans les airs.
De sept rayons prêmiers ta tête est couronnée;
L'antique nuit recule, et par toi détrônée,

Craignant de rencontrer ton œil victorieux,
Te cédas la moitié de l'empire des cieux.

Il est utile de comparer ainsi les différentes manières dont les grands écrivains envisagent un sujet; de semblables rapprochemens flattent l'imagination, en même temps qu'ils éclairent l'esprit. Je vous citerai encore les vers suivans, de M. de Chênedollé, qui me paraissent aussi exacts sous le rapport de la science, qu'ils sont brillans de couleurs poétiques :

Centre de l'univers et monarque du jour,
Le soleil cependant, immense, solitaire,
Dans son orbe lointain voit rouler notre terre.
Il échauffe, il nourrit de ses jets éclatans
Ces globes, loin de lui, dans le vide flottans,
Et les animant tous de ses clartés fécondes,
De ses rênes de feux guide et retient les mondes.
Lui seul, de l'univers supportant le fardeau,
Il en est le foyer, et l'axe et le flambeau :
En tournant sur lui-même il échauffe sa masse,
Et dispense ses feux jusqu'aux bords de l'espace;
Ardent, inépuisable en sa fécondité,
Inébranlable et fixe en sa mobilité.
Soleil! astre sacré, contemple ton empire!
Tout vit par tes regards, tout brille, tout respire!
Souverain des saisons, le monde est ton palais,
Les globes sont ta cour, et le ciel est ton dais.

Notre terre à tes yeux sans fin se renouvelle,
Et roulant nos débris sur sa route éternelle,
Le temps emporte tout, mais il ne t'atteint pas.
Les révolutions, longs tourmens des États,
Ébranlent notre globe et te sont étrangères,
Tu n'es jamais troublé du bruit de nos misères;
Et ton front toujours calme, éclaire les tombeaux
Des peuples dont tu vis s'élever les berceaux.
Qui pourrait s'égaler à ta vaste puissance ?
Ta présence est le jour, et la nuit ton absence ;
La nature sans toi, c'est l'univers sans Dieu.

Les mêmes idées sur la puissance du soleil et sur sa jeunesse éternelle se retrouvent dans le bel hymne d'Ossian ; pour arriver plus vite aux détails de la science, je ne citerai point l'original anglais, mais seulement la version élégante de M. Baour-Lormian :

Roi du monde et du jour, guerrier aux cheveux d'or,
Quelle main te couvrant d'une armure enflammée,
Abandonna l'espace à ton rapide essor,
Et traça dans l'azur ta route accoutumée ?
Nul astre à tes côtés ne lève un front rival ;
Les filles de la nuit à ton éclat pâlissent ;
La lune devant toi fuit d'un pas inégal,
Et ses rayons douteux dans les flots s'engloutissent :
Sous les coups réunis de l'âge et des autans,
Tombe du haut sapin la tête échevelée ;

Le mont même, le mont, assailli par le temps,
Du poids de ses débris écrase la vallée.
Mais les siècles jaloux épargnent ta beauté;
Un printemps éternel embellit ta jeunesse
Tu t'empares des cieux en monarque indompté,
Et les vœux de l'amour t'accompagnent sans cesse :
Quand les vents font rouler au milieu des éclairs
Le char retentissant qui porte le tonnerre,
Tu parais, tu souris, et consoles la terre.
Hélas! depuis long-temps tes rayons glorieux
Ne viennent plus frapper ma débile paupière!
Je ne te verrai plus, soit que, dans ta carrière,
Tu verses sur la plaine un océan de feux;
Soit que, vers l'occident, le cortége des ombres
Accompagne tes pas, ou que les vagues sombres
T'enferment dans le sein d'une humide prison!
Mais, peut-être, ô soleil! tu n'as qu'une saison;
Peut-être, succombant sous le fardeau des âges,
Un jour tu subiras notre commun destin :
Tu seras insensible à la voix du matin,
Et tu t'endormiras au milieu des nuages.

Il y a sur le soleil une foule de choses très-importantes à connaître, et entièrement indépendantes de ses mouvemens, telles que sa forme, sa nature, son diamètre, sa grosseur, sa distance, ses taches, sa rotation et son atmosphère. Examinons ensemble ces objets différens.

Le soleil est un corps sphérique et lumi-

neux par lui-même, placé au milieu de notre système planétaire, et éclairant les corps opaques en mouvement sur les ellipses dont il occupe toujours un des foyers, à des éloignemens plus ou moins considérables. Si le soleil se montre à nos regards sous l'apparence d'une figure aplatie, c'est que par la distance, nous ne pouvons distinguer les parties avancées de celles qui le sont beaucoup moins. Il est regardé comme fixe au milieu de ces corps; mais les étoiles, qui sont d'autres soleils animant d'autres mondes, paraissent avoir des mouvemens propres, puisqu'elles éprouvent de légers déplacemens dans l'espace, et il est vraisemblable que le soleil, sans que nous puissions nous en apercevoir, transporte avec lui dans l'immensité le système entier des planètes, des satellites et des comètes; de même que chaque planète entraîne ses satellites dans son mouvement autour du soleil. Ce qui est aujourd'hui pleinement démontré, c'est

que le soleil tourne sur lui-même; sa rotation a lieu en vingt-cinq jours et demi, vérité confirmée par les mouvemens de ses taches :

Sol nubes habet : o fuscæ miser incola terræ,
Tu speres lætos et sine fæce dies ?

A dit Boscovich, dans son poème sur les éclipses :

Les clartés du soleil ne sont point sans mélange;
Des taches quelquefois le voilent aux regards :
Et toi, triste habitant de ce globe de fange,
Tu veux des jours heureux, exemptés de brouillards !

A l'aide de verres noircis à la fumée, ou fortement colorés, lesquels affaiblissent l'éclat de la lumière, on remarque à la surface du soleil des taches qui sont tout-à-fait noires et sans lumière, d'une forme irrégulière, environnées d'une bordure moins foncée, et dont le nombre et la grandeur sont très-variables. Souvent elles sont nombreuses et fort étendues; on en a vu

qui avaient quatre à cinq fois la largeur de la terre. Elles passent, traversent en quatorze jours environ, puis reviennent quatorze jours après sur le bord opposé. Quelquefois, mais rarement, elles s'effacent tout-à-coup, et le soleil paraît pendant plusieurs années, entièrement pur et sans taches. Il en revient de nouvelles qui se présentent avec les mêmes irrégularités. « Presque toujours les taches solaires, dit M. de La Place, sont environnées de pénombres ou nébulosités renfermées elles-mêmes dans *des nuages* de lumière, plus clairs que *le* reste *du soleil*, et au milieu desquels on voit les taches se former et disparaître. Tout cela indique à la surface de cette énorme masse de feu, de vives effervescences dont les volcans n'offrent qu'une faible image. »

On a compté quelquefois soixante à quatre-vingts de ces taches sur la moitié visible du soleil; d'autres fois on en a découvert à peine deux ou trois.

Plusieurs physiciens ont expliqué de différentes manières les taches noires du soleil. Les uns pensent qu'elles sont une fumée ou une espèce d'écume qui s'élève au travers de la matière fluide du soleil, et surnage. D'autres les ont prises pour des corps solides qui étaient à quelque distance de la surface du soleil, et qui tournaient autour de lui. Mais pour cela il eût fallu qu'elles gardassent la même grandeur apparente, et le contraire a lieu. Sur les bords elles ressemblent à de petits filets obscurs ; vers le milieu du disque elles sont beaucoup plus larges. Ces taches sont donc adhérentes au corps même du soleil, comme ses éminences ou sommets de montagnes. Quelle que soit la nature des taches solaires, leur diminution apparente auprès des bords nous a révélé la rondeur de cet astre, comme leur observation répétée nous avait fait connaître sa rotation sur lui-même en vingt-cinq jours et demi, rotation dont la durée nous paraît être d'un peu

plus de vingt-sept jours, à cause du mouvement de translation de la terre.

Les taches du soleil nous conduisent naturellement à l'étude de sa nature ou de sa constitution physique.

Suivant quelques astronomes, c'est une mer de feu d'où sortent les cimes de diverses montagnes, qui forment des taches noires au milieu de cet océan enflammé; suivant d'autres, c'est un globe en combustion, semé de volcans, qui, jetant un éclat plus obscur, font croire à ces taches que nous apercevons. S'il ne s'épure pas par l'envoi continuel de ses rayons, c'est qu'il jouit de cette faculté reconnue par la chimie à certains corps d'échauffer ce qui les environne, et de répandre la lumière autour d'eux, sans pour cela jamais se consumer; comme un grain de musc parfume un vaste appartement sans rien perdre de sa petite masse, d'où s'échappent sans cesse des torrens de matière odorante. M. de La Place croit que le soleil est une masse em-

brasée qui éprouve d'immenses éruptions, et que les taches sont de vastes cavités d'où sortiraient par intervalles comme des torrens de laves. Suivant Herschel, c'est un corps solide environné d'une atmosphère de nuages enflammés, qui, s'entr'ouvrant quelquefois, nous laisseraient apercevoir le noyau obscur. Ce fameux astronome n'hésite point à le croire habité; mais, comme l'observe M. Voiron, quelle organisation d'êtres vivans pouvons-nous concevoir au milieu de cet incendie perpétuel? Enfin, M. Arago, l'un de nos astronomes actuels les plus distingués, pense que le soleil est un corps obscur, mais entouré de deux atmosphères; la plus voisine de lui, éclatante et enflammée, et la seconde obscure, mais diaphane, qui, nous laissant voir la première, nous éclaire par l'envoi de ses rayons lumineux. Les taches que nous apercevons seraient alors la vue que nous aurions du corps du soleil, si des courans d'air avaient eu assez de puissance

pour traverser et séparer momentanément la première atmosphère lumineuse.

Quant à l'*éternelle combustion du soleil, sans diminution de volume*, « remarquons, dit M. Francœur, que son diamètre est d'environ deux mille secondes, dont chacune répond à cent soixante-sept lieues, à la distance de trente-cinq millions de lieues où se trouve l'astre. Or, si son diamètre diminue chaque jour de deux pieds, ce qui est énorme pour un corps aussi volumineux, la diminution serait de cent vingt-deux toises par an, et de cent soixante lieues ou une seconde après trois mille ans ; ainsi, après trente siècles, la combustion serait imperceptible pour nous, puisque nos instrumens ne sont pas assez parfaits pour nous permettre d'apprécier une seconde de diminution. »

Bouguer, après une foule d'expériences, avait cru découvrir que la lumière du soleil était plus vive au centre que vers ses bords ; mais il est reconnu maintenant que

les bords du disque ont même éclat que le centre.

Au-dessus de l'océan de matière lumineuse du soleil, s'élève, d'après l'opinion la plus générale, son *atmosphère*, fluide très-léger et lumineux par lui-même, dont la densité augmente à mesure qu'il est considéré plus près de la surface de cet astre. On prétend que le soleil, dépouillé de son atmosphère, nous paraîtrait douze fois et un tiers plus lumineux. L'atmosphère solaire se voit quelquefois dans les éclipses totales de soleil : elle forme autour de son disque voilé une couronne de lumière qui s'étend à quelque distance, et dont l'éclat va en s'affaiblissant du centre à la circonférence. Il paraît qu'on doit attribuer à l'atmosphère solaire cette faible lumière connue sous le nom de *lumière zodiacale*, et qui n'en serait qu'une portion intégrante : c'est une lueur blanche pareille à la voie lactée, et visible quelquefois dans le ciel, peu après le coucher du

soleil, et qui est assez rare pour laisser distinguer les petites étoiles au travers. La forme de cette lueur blanche est celle d'une pyramide ou d'un fuseau très-droit, dont la base est dirigée vers le soleil, et la pointe vers quelques-unes des étoiles du zodiaque, lumière qui a souvent plus de cent degrés de longueur, et dont l'axe est dans le plan même de l'équateur solaire. Au printemps on distingue ce fuseau lumineux après le coucher du soleil; en automne on le remarque avant le lever; et en été on le voit le matin et le soir. Toutefois on ignore la vraie cause de cette lumière zodiacale.

Le soleil occupe dans l'espace un demi-degré environ. En estimant son diamètre en lieues, il est évalué à trois cent vingt mille lieues, comprenant chacune deux mille deux cent quatre-vingt-trois toises. Le diamètre est cent onze fois plus grand que celui de la terre; un million quatre cent mille fois plus gros que la terre, et

six cent huit fois plus gros que toutes les planètes ensemble avec leurs satellites.

« Quoique, dit Voltaire, il surpasse un million de fois la terre en grosseur, il n'a pas un million plus de matière. S'il était en effet un million de fois plus solide, plus plein que la terre, l'ordre du monde ne serait pas tel qu'il est; car les révolutions des planètes et leurs distances à leur centre dépendent de leur gravitation, et leur gravitation dépend en raison directe de la quantité de la matière du globe où est leur centre; donc si le soleil surpassait à un tel excès notre terre et notre lune en matière solide, ces planètes seraient beaucoup plus attirées, et leurs ellipses très-dérangées.

» Mais la matière du soleil ne peut être comme sa grosseur; car ce globe étant tout en feu, la raréfaction est nécessairement fort grande, et la matière est d'autant moindre que la raréfaction est plus forte. Par les lois de la gravitation il paraît que

le soleil n'a que deux cent cinquante mille fois plus de matière que la terre ; or, le soleil un million plus gros, n'étant que le quart d'un million plus matériel, la terre un million de fois plus petite, aura donc à proportion quatre fois plus de matière que le soleil, et sera quatre fois plus dense.

» Le même corps, en ce cas, qui pèse sur la surface de la terre comme une livre, peserait sur la surface du soleil comme vingt-trois. Le même corps qui tombe ici de quinze pieds dans la première seconde, tombera d'environ trois cent quinze pieds sur la surface du soleil, toutes choses d'ailleurs égales. »

La *distance* du soleil à la terre est d'environ trente-cinq millions de lieues. La *lumière*, qui nous vient du soleil comme d'un foyer toujours subsistant, parcourt cet immense trajet en moins de huit minutes. Un boulet de canon de vingt-quatre, chassé par seize livres de poudre, parcourt au sortir du canon quatre cent vingt toises

par seconde, ce qui revient à six cent soixante-trois lieues par heure. Ce projectile, s'il conservait cette vitesse, parcourrait donc quinze mille neuf cents lieues par jour, et cependant il lui faudrait environ six ans pour arriver au soleil. La lumière des étoiles parcourt soixante-dix mille lieues par seconde, et cependant elle met plus de trois ans à nous parvenir : qu'on juge alors de leur distance de la terre. Celle du soleil, qui paraît si grande, n'est encore rien en comparaison de l'éloignement des étoiles, qui est à des milliers de milliards de lieues de la terre. La lune est quatre cents fois plus proche de la terre que le soleil. Si ces trois corps avaient leurs centres en ligne droite, observe M. Francœur, la distance de la terre à la lune devrait être prolongée quatre cents fois plus loin pour atteindre le soleil.

On juge de la distance et de la grandeur du soleil par l'angle sous lequel un spectateur placé à sa surface verrait l'or-

bite de la terre, et cet angle se nomme *parallaxe*. Moins elle est sensible, plus l'éloignement de l'astre est considérable. La petite parallaxe du soleil nous prouve son extrême éloignement; elle est nulle pour les étoiles. La distance et la grosseur des astres se mesurent par le même moyen.

Nous avons dit plus haut que la lumière émanée du soleil nous parvient en moins de huit minutes. Qu'est-ce donc, me demanderez-vous, que cette matière subtile qui va seize cent mille fois plus vite qu'un boulet de canon? c'est, prétendent quelques physiciens, une émanation de certains corps que nous nommons lumineux, qui agit sur nos yeux à la manière des corpuscules émanés des substances et transmis à notre odorat.

La lumière se meut en ligne droite; mais les corps exercent sur la lumière une attraction qui les oblige à dévier : cette déviation ou ce détour de la lumière en passant d'un milieu dans un autre, et qui

s'appelle *réfraction*, a lieu sur l'atmosphère de notre globe terrestre et nous fait jouir des rayons du soleil avant et après le coucher de cet astre, phénomène qu'on appelle, le matin, aurore, et le soir, crépuscule.

Le *crépuscule*, cette lumière douce et tranquille, produite par la dispersion des rayons dans la masse de l'air qui les réfléchit de toutes parts, dure toute la nuit au mois de juin, à Paris et dans les pays situés à peu près à la même latitude. Les habitans voisins du pôle ont un crépuscule de sept semaines, ce qui diminue leur nuit de quatorze semaines, sans que le soleil paraisse sous l'horizon.

Pour exprimer le crépuscule, M. de Saint-Ange a dit :

C'était l'heure douteuse où la clarté s'enfuit,
L'heure où, n'étant plus jour, il n'est pas encor nuit.

Boisjolin a dit également :

A cette heure douteuse, où l'ombre plus tardive,
Suit du jour qui s'éteint la clarté fugitive.

On lit dans Lebrun ces vers élégans et légers sur le même sujet :

Déjà dans le sein d'Amphitrite
L'astre du jour se précipite
Entouré de nuages d'or :
Les derniers pas de sa carrière
Jettent des restes de lumière
Dont l'Olympe jouit encor.

Cependant l'humide rosée
Rafraîchit la terre embrasée ;
Zéphyr voltige au bord des eaux ;
Et s'élevant du sein des plaines,
Déjà les vapeurs incertaines
Blanchissent le front des coteaux.

Vesper *s'avance, il va répandre*
Cette clarté douteuse et tendre
Qui semble caresser les yeux :
Zirphé, c'est l'heure du mystère,
Viens goûter le frais solitaire
De nos bosquets délicieux.

Enfin, M. Michaud, dans son *poème du Printemps d'un proscrit*, caractérise aussi avec bonheur le crépuscule par les vers suivans :

Oh ! qui pourra jamais voir sans être attendri,
L'éclat demi-voilé de l'horizon plus sombre,
Ce mélange confus du soleil et de l'ombre,

Ces combats indécis de la nuit et du jour,
Ces feux mourans épars sur les monts d'alentour,
Ce couchant radieux que le pourpre colore,
Précurseur de la nuit et frère de l'aurore,
Le ciel qui par degrés se peint d'un gris obscur,
Et le jour qui s'éteint sous un voile d'azur!

Voltaire a établi d'une manière aussi claire qu'élégante, dans les vers ci-après, la différence qui existe entre le crépuscule et l'aurore :

Si vous voulez que j'aime encore,
Rendez-moi l'âge des amours;
Au *crépuscule* de mes jours
Rejoignez, s'il se peut, l'*aurore*.

Quant à l'*aurore*, il n'est guère de poètes qui ne lui aient adressé quelques chants. Homère lui donne des doigts de rose, avec lesquels elle ouvre les portes de l'orient, et depuis, l'on s'est bien gardé d'altérer cette gracieuse image, que Virgile, le Tasse, le Camoëns et autres grands poètes ont reproduite sous mille couleurs différentes.

M. de Saint-Ange a dit de l'aurore :

Non, le pâle reflet de l'aube à peine éclose
N'a point ce coloris, cette teinte de rose
Dont l'aurore se peint, quand, sur son char vermeil,
Elle sème de fleurs la route du soleil.

Voici une description du lever de l'aurore par l'auteur du *poème de la Navigation :*

L'aurore dont les pleurs accusent l'hyménée,
Paraît vers l'orient, de roses couronnée :
Dans nos climats chéris son éclat incertain
Pénètre lentement les ombres du matin.
La nuit déjà n'est plus, le jour n'est point encore ;
Et le ciel indécis, qu'un feu léger colore,
Emprunte de la jeune et fraîche déité
Ce teint de la pudeur et de la volupté.
Mais aux mers du midi, de ses flammes sacrées,
A peine elle a rougi les voûtes éthérées,
A peine de la nuit le char silencieux
Vers le sombre occident touche aux bornes des cieux,
Tout-à-coup, entraînant l'astre qui le devance,
Comme un fleuve embrasé le dieu du jour s'élance,
Engloutit dans son sein l'épouse de Tithon,
Et d'un torrent de feux inonde l'horizon ;
L'onde même s'enflamme, et la nature entière
En sortant de la nuit nage dans la lumière.

Ajoutons à ce tableau poétique le mor-

ceau de prose suivant, qui représente avec plus de vérité et de détails les merveilleux effets du lever de l'aurore.

« Quelle fraîcheur dans l'air ! quelle odeur charmante dans les herbes qui s'élèvent autour de moi et qui semblent percer le sein aride des rochers, pour les couronner ensuite de leurs feuilles ! Le jour commence à se mêler avec les ombres de la nuit; mais l'ombre s'élève insensiblement : on dirait que le voile qui couvrait la nature commence à se replier. Déjà toute une partie du ciel s'éclaire; les astres qui y sont attachés pâlissent et semblent se reculer à l'approche du jour; tandis que, du côté du couchant, la nuit étend encore sous les voûtes des cieux un voile semé de saphirs, les étoiles brillantes qui l'éclairent semblent ranimer tout leur feu pour s'opposer au lever de l'aurore, mais leurs efforts sont vains; tout l'orient se pare des plus riches couleurs; la nature annonce son réveil à la terre par la voix

de tous les animaux; un vent paisible frémit doucement entre les feuilles des arbres, et déjà des cabanes voisines je vois sortir des torrens de fumée qui annoncent la fuite du repos et le règne du travail. L'étoile de Vénus dispute seule encore à l'aurore l'empire du matin; mais, contente d'avoir combattu un moment, elle prévient sa défaite par une fuite lente qui laisse la victoire indécise. Le triomphe de l'aurore est rapide. Image naturelle du plaisir, rien n'est si brillant que son approche; rien n'est si court que sa durée. Un feu plus vif efface les couleurs tendres dont elle s'était parée : le roi des astres semble se lever en ligne droite du sein de la terre, et ses premiers rayons montent en colonnes vers le ciel; la tête des montagnes les plus reculées laisse déjà voir la moitié de son globe, qui paraît être composée d'une lumière tremblante et bleuâtre dans sa circonférence, mais d'un rouge pâle dans son centre. L'astre

monte et commence à former dans sa marche une ligne courbe; son globe se rétrécit; sa lumière s'épure, et ses rayons, plus prompts et plus ardens, vont bientôt sécher par une chaleur modérée l'humidité de la terre et les présens de l'aurore; les vapeurs douces qu'ils enlèvent forment en l'air les nuages légers qui, portés sur l'aile de l'inconstance et des zéphyrs, ne laissent pas de former des contrastes réguliers dans le vaste tableau des cieux. » (BERNIS.)

Bailly explique aussi la théorie de l'aurore; vous ne lirez point cette description sans un vif intérêt, même après les détails qui précèdent.

« Les rayons qui se plient pour s'approcher de nous passent au-dessus de nos têtes avant de nous atteindre; ils se réfléchissent sur les particules grossières de l'air pour former d'abord une faible lueur, incessamment augmentée, qui annonce et devient bientôt le jour. Cette lueur est l'aurore. La lumière décomposée peint les

nuages et forme ces couleurs brillantes qui précèdent le lever du soleil : c'est dans ce phénomène coloré de la réfraction que les poètes ont vu la déesse du matin ; elle ouvre les portes du jour avec ses doigts de rose, et la fille de l'air et du soleil a son trône dans l'atmosphère. Si cette atmosphère n'existait pas, si les rayons nous parvenaient en ligne droite, l'apparition et la disparition du soleil seraient instantanées ; le grand éclat du jour succéderait à la profonde nuit, et des ténèbres épaisses prendraient *tout-à-coup* la place du plus beau jour. La réfraction est donc utile à la terre, non-seulement parce qu'elle nous fait jouir quelques momens de plus de la présence du soleil ; mais parce qu'en nous donnant les crépuscules, elle prolonge la durée de la lumière ; et la nature a établi des dégrations pour préparer nos plaisirs, pour diminuer nos regrets. Nous voyons poindre le jour comme une faible espérance ; il s'échappe sans qu'on y songe ; et

la lumière se perd comme nos forces, comme la santé, les plaisirs, la vie même, sans que nous nous en apercevions. »

Par la présence du crépuscule et de l'aurore, qu'amène la réfraction, nous jouissons bien plus long-temps de la lumière du soleil, laquelle en se réfractant et en se réfléchissant dans les gouttes de pluie, donne également naissance à l'*arc-en-ciel*, cette grande écharpe aux sept couleurs, qui se déploie après l'orage, en forme d'arche, dans l'atmosphère terrestre appelée azur des cieux.

M. Parseval-Grandmaison s'est montré physicien en dépeignant cet effet dans des vers tels que les suivans :

Pour nuancer son arc, Iris aux feux du jour
En dérobait l'azur, le pourpre et l'éméraude;
Mais depuis que le prisme a dévoilé sa fraude,
Iris n'est qu'un nuage éclairé du soleil.

L'auteur du *poème des Mois* a égale-

ment donné de l'arc-en-ciel une description assez fidèle :

. . . . Dans un nuage où l'œil du jour se plonge,
La ceinture d'Iris se voûte en arc, s'allonge,
Et du flambeau du ciel décomposant les feux,
Du pourpre au double jaune, et du jaune aux deux bleus,
Jusques au violet qui, par degrés s'efface,
Promène nos regards sur les airs qu'elle embrasse.
Salut, gage riant de la sérénité.

On lit aussi dans le *poème de Narcisse*, de Malfilâtre :

Mais de Junon l'agile messagère
Glisse dans l'air, sur une aile légère,
De ses couleurs le mélange éclatant
Brille à sa suite; il peint en un instant
L'immensité des célestes campagnes,
Descend en arc au-dessus des montagnes,
Touche les pins, les chênes, et paraît,
En l'éclairant, embraser la forêt.

On lit encore dans la *Maison des champs*, de M. Campenon :

Des cieux plus purs soudain l'urne est tarie;
L'ombre que chasse un soleil lumineux,
S'est repliée, et court dans la prairie;
Déjà d'Iris, le ruban vaporeux
Se courbe en arc sous la voûte des cieux.

L'effet de la réfraction est sensible quand on plonge obliquement un bâton dans l'eau : il semble se briser à la surface du liquide. Nous ne voyons ce bâton qu'à l'aide de la lumière qu'il renvoie dans tous les sens, et qui n'arrive à nos yeux qu'en s'infléchissant au sortir de l'eau, et en s'écartant de la verticale. C'est ainsi encore qu'une pièce de monnaie placée au fond d'un vase rempli d'eau, quoique le bord du vase empêche de la voir, sera cependant visible par le détour des rayons lumineux.

Ces rayons ne sont point une substance simple : ils se décomposent en sept couleurs différentes ; le rouge, l'oranger, le jaune, le vert, le bleu, l'indigo et le violet. Le blanc n'est que l'ensemble de ces rayons ; le noir en est l'absence.

Nous reviendrons plus tard sur tous les phénomènes de la lumière ; déjà nous avons eu l'occasion d'en expliquer quelques-uns en vous parlant de l'atmosphère terrestre. Ajoutons un mot pour le crépuscule. Il

nous fait voir notre atmosphère, mais non encore les astres ; il nous procure un passage doux et gradué de la lumière aux ténèbres, et de la nuit au jour; l'aurore commence, et le crépuscule du soir finit quand le soleil est à dix-huit degrés au-dessous de l'horizon, comme je l'ai déjà dit dans ma lettre sur la terre. Ceux qui habitent sous le pôle ont des crépuscules plus longs, et leurs nuits sont encore éclairées par des *aurores boréales*, lumière diffuse, tantôt tranquille et tantôt agitée, qu'on aperçoit par intervalles vers le côté du pôle, trois ou quatre heures après le coucher du soleil; lumière blanchâtre à l'horizon, rougeâtre et assez éclatante quelques degrés plus haut, puis ondoyante et se répandant en traînées de flammes plus ou moins vives qui se prolongent très-haut dans le ciel ; lumière d'autant plus belle que le froid est plus rigoureux ; lumière enfin d'autant plus rare qu'on se rapproche de l'équateur. Franklin

regarde les aurores boréales non-seulement comme des réfractions de la lumière du soleil, mais encore comme des émanations électriques portées de l'équateur vers les pôles, où elles s'amassent pour s'élever à la hauteur de l'atmosphère, et revenir en rayonnant des pôles vers l'équateur.

Enfin la lumière du soleil, en pénétrant notre atmosphère, lui imprime cette couleur bleue nommée azur céleste; et comme notre atmosphère, à sa distance de trente-huit mille toises au-dessus de la terre, en dessine la rondeur, le ciel nous apparaît sous la forme d'une voûte surbaissée.

Vous connaissez le mouvement réel du soleil, lequel se borne à une simple rotation sur lui-même. Je devrais maintenant vous entretenir de son mouvement annuel apparent : on le fera dans les notes, où on vous expliquera comment il suit sa route apparente que l'on nomme *écliptique;* comment encore il amène les saisons et tous les autres phénomènes qui semblent

son ouvrage, tandis qu'ils sont purement l'effet du voyage éternel de la terre autour de cet astre. Vous apprendrez seulement alors ce qu'on entend par coucher et lever du soleil, solstices, équinoxes; en un mot, tout ce que, dans le langage vulgaire, on est convenu d'attribuer au soleil, tandis qu'il ne faut le rapporter qu'à la terre. Cependant, comme les notes ne seront pas ouvertes aux fictions poétiques, je ne puis résister au plaisir de vous citer le beau passage du Paradis perdu, où vous voyez les anges qui, à la voix de Dieu, déplacent l'écliptique. Je ne rapporterai que la traduction de Delille :

Fécond comme l'automne, et beau comme l'été,
Le printemps régnait seul : la voix de l'Éternel,
Du soleil qui meut tout par sa chaleur féconde,
Ordonne d'écarter les deux pôles du monde.
Les anges, à sa voix, avec de longs efforts,
De l'ardent équateur éloignent ce grand corps.
A la voix du Très-Haut, l'astre de la lumière,
Peut-être aussi changea son oblique carrière,
Et poursuivant sa marche en ses douze maisons,
Dans son cours inégal varia les saisons.

Peut-être aussi, quand l'homme à son Dieu fut parjure,
Un tremblement d'horreur ébranla la nature,
Et rompant l'équilibre et des nuits et des jours,
Cet astre épouvanté changea soudain son cours :
Dans les champs de la terre, au séjour des orages,
Le désordre partout étendit ses ravages ;
Bientôt, de la révolte abominable enfant,
La discorde naquit, et d'un vol triomphant
Aux êtres animés courut souffler sa rage.
Tout s'arma, tout brûla de la soif du carnage :
Les oiseaux dans les airs fondaient sur les oiseaux ;
Le poisson poursuivait le poisson sous les eaux ;
Les troupeaux, dédaignant leur pâture innocente,
L'un sur l'autre, en grondant, portait leur dent sanglante ;
Tous pour leur souverain perdirent le respect :
L'un, saisi de terreur, s'enfuit à son aspect ;
Un autre, frémissant, lui jette à son passage
Des regards de fureur ou des accens de rage ;
Le désordre est partout ; etc.

(*Paradis perdu*, liv. X.)

Permettez-moi de terminer cette lettre par une ode au soleil ; elle servira de récapitulation. Vous y trouverez de la ressemblance avec une ou deux strophes de la belle ode de Malfilâtre : je ne pense pas que l'on m'en fasse un crime ; il eût été bien difficile de ne pas se rencontrer sur des détails purement scientifiques.

LE SOLEIL.

ODE.

Arbitre du jour et du monde,
Foyer de cent globes divers,
O toi dont la clarté féconde
Anime ce vaste univers ;
Soleil ! que j'aime ta puissance !
Combien de ta magnificence
L'éclat émerveille mes yeux !
La nuit commandait à l'espace :
Tu viens ; elle s'écoule et passe,
Et ta gloire inonde les cieux.

Eh ! que t'importe l'étendue ?
Déployant son rapide essor,
Ta flamme en tous lieux répandue
Y verse un fertile trésor.
Du roi de la liquide plaine,
Ainsi les coursiers hors d'haleine,
En trois bonds franchissaient l'Éther ;
Tel est le vol de la pensée ;
Ainsi part Minerve, élancée
Du front sacré de Jupiter.

Par l'océan de ta lumière
Que de prodiges enfantés !
Je vois à leur beauté première
Renaître les champs, les cités !
Je vois le réveil de l'*aurore*
Embellir les palais de Flore
Du vif éclat de tes couleurs ;
J'aperçois le front des montagnes,
Le désert, les bois, les campagnes
S'orner de verdure et de fleurs !

Né de tes feux, le *crépuscule*
Long-temps combat l'obscurité ;
Long-temps encor l'ombre recule
Devant sa mourante clarté.
Peut-être aux rives glaciales,
Par toi, les *lueurs boréales* (1)
Des nuits percent le voile épais ;
Quand sur nous grondent les orages,
Tu luis, et bornant leurs outrages,
Iris vient annoncer la paix.

Et que sont pourtant ces merveilles
Auprès des mondes éclatans
Que toi seul retiens et surveilles,
Dans l'immense abîme flottans ?
Sans cesse tournant sur toi-même,
Ta force éternelle et suprême
Autour de toi les fait marcher,
Et retient leur vol téméraire,
Dont la force, à ton joug contraire,
A ton joug veut les arracher.

(1) Les aurores boréales.

Ainsi, décrivant leurs orbites,
Mercure, et l'*astre des amans* (1),
Près des lieux où toi seul habites,
Portent leurs doubles mouvemens.
Plus loin s'avance notre terre,
Qui du système planétaire,
Long-temps crut éluder les lois;
Mars, Jupiter, le vieux Saturne,
Uranus, au front taciturne,
Roulent, et respectent tes droits.

Que dis-je? en ces gouffres du vide,
Les comètes aux longs cheveux
Reçoivent leur clarté livide
Du brûlant tribut de tes feux.
Et je vois la *lune* argentée
De qui la lumière empruntée
Naît de toi-même, ô roi du jour!
Aider ta puissance attractive,
Et de Thétis en vain plaintive
Ébranler l'humide séjour (2).

Homme éclos de la fange immonde,
Jadis ton bizarre travers
Mit la terre au centre du monde (3),
Et crut gouverner l'univers!
Insensé! tes pompeux mensonges,
Tes calculs brillans, tes vains songes,

(1) La planète de Vénus.
(2) Phénomène des marées, dû à l'attraction de la lune et du soleil.
(3) Système de Ptolémée.

Où sont-ils ? Travaux superflus !
Astre du Nil, fier Ptolémée,
Nous garderons ta renommée ;
Mais ton système ne vit plus.

Du centre la terre exilée,
A fait place à son roi nouveau (1) ;
Chaque planète consolée,
Revoit la terre à son niveau.
Soleil ! âme et flambeau des êtres,
Pardonne, si de nos ancêtres
L'erreur a voulu te juger :
Trop bien, de leur folle manie,
Le Newton de la Germanie,
Copernic a su te venger.

Maintenant jouis de ta gloire ;
Au monde assure tes splendeurs ;
Du vrai, par une autre victoire,
Allume en nos seins les ardeurs.
Astre à l'éternelle jeunesse,
Fais qu'entre les humains renaisse
Le calme de la liberté ;
Du captif ranime la vie ;
Et des méchans et de l'envie
N'éclaire point l'iniquité !

(1) Système de Copernic.

NOTES ET DEVELOPPEMENS.

V.

MOUVEMENS DU SOLEIL DANS UNE ORBE ELLIPTIQUE. — SON DIAMÈTRE ET SES TACHES. — HYPOTHÈSES SUR LA NATURE ET LA CONSTITUTION DE CET ASTRE.

Depuis l'origine de l'astronomie et même lorsque la science était à peine ébauchée, les mouvemens du soleil ont été soigneusement observés. Cet astre, source toujours féconde de lumière et de chaleur, sans lequel presque aucun être organisé ne pourrait échapper à une prompte destruction, dont les retours périodiques et la durée du séjour au-dessus de l'horizon sont le signal de ces procédés de l'agriculture, premier besoin de tous les hommes, a été divinisé par des peuples ignorans ou chez lesquels une imagination trop brillante imposait

silence à la philosophie. Progressivement, les observations ont pris un cours plus hardi. Quelques sages ont hasardé des conjectures sur le mouvement, la nature et la distance de ce corps lumineux, que le vulgaire se contentait d'admirer, sans prétendre à connaître les lois qui le gouvernent avec une si admirable régularité. Enfin des astronomes en ont fait l'objet spécial de leurs travaux, et dès la plus haute antiquité, après de longues observations, ils sont parvenus à reconnaître, sinon le mouvement exact de cet astre, au moins l'existence de diverses circonstances de son cours qui permettent de comparer l'état sous lequel les cieux nous paraissent aujourd'hui, avec le tableau qu'ils présentèrent aux anciens astronomes des nations de l'Asie et de la Grèce. La théorie du mouvement du soleil est étroitement liée à la fixation de toutes les divisions du temps qu'on a imaginées pour les besoins de la chronologie et de la vie civile. L'influence de cet astre, dont la place est fixée au centre du système dont la terre fait partie, s'étend jusqu'à la planète la plus lointaine, et même poursuit dans les froides régions où elles se retirent, les comètes dont

l'orbite très-allongée ne nous permet de les apercevoir qu'un instant. Nous allons nous occuper ici des mouvemens propres du soleil. L'obscurité qui règne encore sur l'origine des constellations, sur la date des monumens où des peuples gravèrent les signes, ce qu'ils appelaient les *maisons*, dans lesquelles le soleil venait demeurer aux diverses saisons, n'influe en rien sur l'exactitude de la théorie des mouvemens solaires. On peut dire que les systèmes que nous examinerons sont redevables à l'astronomie de tout ce qu'ils ont d'exact. C'est elle qui constitue la partie positive de ces débats. Les données qu'elle fournit sont également vraies, si elle se transporte par le calcul dans le passé, ou si elle devance l'observation et annonce les phénomènes futurs. Dans toutes les connaissances où s'étendent ses applications, elle laisse des traces plus ou moins profondes de l'esprit d'exactitude qui lui donne un rang si distingué parmi les sciences, que l'homme a eu la gloire de fonder, et qui méritent d'autant plus notre confiance et notre admiration qu'elles se rapprochent, par leur certitude, de l'image de l'éternelle vérité.

En examinant les phénomènes du mouvement diurne de la sphère céleste, nous avons vu que les étoiles accomplissent leur révolution dans un temps qui reste constamment invariable; que dans toutes les circonstances de cette révolution, elles conservent précisément les mêmes positions les unes à l'égard des autres, et enfin que dans un même lieu, les points de l'horizon auxquels ces astres correspondent restent toujours les mêmes, au moins dans l'intervalle de quelques années. Mais nous avons annoncé en même temps qu'il y avait des astres qui ne conservaient pas entre eux cette *immobilité de position respective*, tellement que, pour cette raison, les anciens leur avaient donné le nom d'*astres errans* dans les plaines du ciel. Au nombre de ces corps qui changent de place par rapport aux étoiles, le soleil mérite de nous occuper d'abord. Si on examine avec soin, avant son lever et après son coucher, les groupes d'étoiles qui sont le plus près de lui, et qui les premiers sont comme éclipsés par ses rayons, on verra très-facilement que dans les diverses saisons de l'année, il ne correspond plus aux mêmes étoiles; que progressivement il se rapproche, et finit par se

placer au milieu d'étoiles dont il était fort éloigné. Il faut donc que, de ces deux conditions, l'une soit remplie; ou que les étoiles s'éloignent du soleil, ou que le soleil s'éloigne d'elles, par un mouvement propre. C'est le *sens*, la *quantité* et les *variations* de ce mouvement que nous allons examiner avec d'autant plus de soins, que ces problèmes sont les plus importans de toute l'astronomie.

Une observation très-superficielle suffit pour faire voir que le soleil se lève, en hiver et en été, à des points fort différens de l'horizon. Il est très-facile de voir encore que le soleil monte beaucoup plus haut, et qu'il reste bien plus long-temps au-dessus de l'horizon, vers l'époque de l'été que dans le temps de l'hiver. Si on se rappelle qu'il est démontré, par l'observation du changement des constellations qui se lèvent immédiatement avant le soleil, que cet astre finit par se lever en même temps que des étoiles dont il était naguères éloigné, c'est-à-dire qu'il finit par les atteindre, il restera prouvé que le soleil a un certain mouvement *dans le sens de l'équateur* ou de la révolution des étoiles; et comme, suivant les diverses saisons, il monte

dans le ciel d'une quantité angulaire très-variable, comme il s'élève beaucoup plus haut en juin qu'en décembre, ce seul fait suffit pour faire voir qu'il a encore un autre mouvement perpendiculaire au sens suivant lequel se fait la révolution diurne. Voilà donc deux genres de mouvement bien distincts, de la combinaison desquels doit naître le mouvement propre du soleil. Le premier de ces mouvemens, celui par lequel le soleil occupe successivement divers groupes d'étoiles, se fait dans le sens de la révolution diurne, et d'après nos définitions de la note II, doit porter le nom de mouvement en *ascension droite;* le second, par lequel le soleil s'élève plus ou moins au-dessus de l'horizon, doit s'appeler mouvement en déclinaison, parce que cet astre s'éloigne alors ou se rapproche de l'équateur, d'où les astronomes comptent les degrés de *déclinaison.*

L'existence de ces deux mouvemens reconnus, il faut maintenant observer avec soin, et par le moyen d'instrumens très-précis, les *variations* et la grandeur de ces mouvemens. On sait que le soleil, comme tous les astres, participe au mouvement diurne général. Par conséquent, tous

les jours il passe au méridien comme les étoiles. Nous voulons étudier d'abord sa marche dans le sens du mouvement diurne ou de l'équateur, que nous avons vu être variable. Nous savons de plus qu'une étoile accomplit sa révolution précisément dans le même temps, et conserve toujours la même position.

Il est donc avantageux, puisque nous étudions le sens et la grandeur du mouvement du soleil, de comparer sa position jour par jour, à celle d'une étoile que nous savons être immobile, et conserver d'une manière invariable la *périodicité* de sa révolution diurne.

Pour découvrir le mouvement du soleil en ascension droite, on compare l'instant de son passage au méridien, avec le moment où une étoile passe aussi dans ce plan, lequel divise en deux parties égales les révolutions de tous les astres. Supposons qu'un jour le soleil passe au méridien précisément au même moment qu'une étoile, les deux astres se trouvent alors dans le même plan. L'étoile y reviendra s'y placer juste dans vingt-quatre heures sidérales. Le second jour, les deux astres ne passeront plus ensemble et au même moment au méridien. Il y aura une

différence de *quatre minutes* entre les instans de leur passage. Le sens de la révolution diurne est d'*orient* en *occident*, et le second jour, le soleil et l'étoile qui la veille à midi étaient contenus dans le même plan, se trouvent au midi suivant éloignés l'un de l'autre de *un degré environ*, et il faudrait quatre minutes de plus au soleil pour rejoindre le méridien de l'étoile; le troisième jour, il faudrait huit minutes au soleil pour rencontrer l'étoile. On voit ainsi que le soleil chaque jour s'éloigne de l'étoile d'une quantité à peu près égale à un degré, dans un sens contraire à celui de son mouvement diurne, c'est-à-dire d'*occident en orient* : c'est un phénomène de mouvement propre du soleil. Enfin, si on observe la position relative du soleil et d'une étoile, quatre-vingt-dix jours après que ces deux astres passaient ensemble au méridien, on trouvera qu'alors il y a une distance de quatre-vingt-dix degrés environ entre ces deux astres, ou bien que l'étoile passe au méridien six heures avant le soleil; donc, pendant quatre-vingt-dix jours ou trois mois, le soleil s'est éloigné de l'étoile de quatre-vingt-dix degrés d'occident en orient, attendu que ces deux astres qui d'abord

coïncidaient sont après cet intervalle séparés de cette quantité. Après cent quatre-vingts jours environ, le soleil se sera éloigné de l'étoile de cent quatre-vingts degrés, de sorte que quand le soleil sera placé au méridien supérieur dans notre hémisphère, l'étoile sera placée au méridien inférieur dans l'hémisphère opposé. Au soleil nous aurons l'heure de *midi*, et les habitans de l'hémisphère austral verront l'étoile à leur méridien; il sera par conséquent minuit pour eux. En six mois, le soleil et l'étoile se seront donc éloignés de cent quatre-vingts degrés ou d'une demi-circonférence, et il y aura douze heures d'intervalle entre leurs passages au méridien. Enfin, le soleil continuant toujours de s'éloigner de l'étoile, après neuf mois ou deux cent soixante-dix révolutions, il en sera séparé par deux cent soixante-dix degrés, et l'année entière révolue, il s'en sera éloigné de trois cent soixante degrés; c'est-à-dire que dans l'intervalle d'une année, le soleil, en vertu d'un mouvement propre, décrit un cercle complet, dans un sens opposé à son mouvement diurne.

Cet ensemble d'observations, qu'on a eu occasion de faire dès la plus haute antiquité,

établit d'une manière incontestable le mouvement apparent du soleil. On voit en effet que le seul moyen de l'expliquer est d'admettre que chaque jour le soleil s'éloigne d'occident en orient de l'étoile avec laquelle il coïncidait, et que ces petites quantités, s'ajoutant sans cesse l'une à l'autre, finissent par faire parcourir au soleil une orbite entière dans un sens contraire à son mouvement diurne. La quantité en temps, dont le soleil s'éloigne d'une étoile chaque jour, se nomme le retard diurne. Par une circonstance particulière du mouvement du soleil que nous venons de considérer, la valeur de ce retard des quatre minutes à peu près éprouve des variations assez considérables. Sa quantité moyenne est de deux cent trente-six secondes neuf centièmes.

Ce système d'observations en ascension droite exige quelques précautions que nous allons indiquer. Comme dans toutes les observations sur le soleil, on est obligé de garnir la lunette méridienne d'un verre noirci, ou fortement coloré par un oxide métallique, pour diminuer l'éclat insupportable de sa lumière.

On se propose de mesurer l'heure précise à laquelle le centre du soleil passe au méridien, et

de suivre de jour en jour la distance à laquelle il s'éloigne d'une étoile : pour y parvenir exactement, on observe le moment où les rayons partis du bord antérieur de son disque viennent raser le fil du milieu du micromètre. On fait la même observation pour le bord postérieur du disque. Alors on prend la moyenne de ces deux quantités, corrigées de l'épaisseur du fil, et on a évidemment l'instant où le centre du soleil passe au méridien. Cette méthode, aussi simple que précise, est employée en astronomie toutes les fois qu'on a des observations à faire sur des astres dont le disque est appréciable, auquel cas on les rapporte toujours au centre.

Les détails précédens suffisent pour faire voir que le soleil décrit par son mouvement propre un cercle entier dans l'espace d'une année environ, ou de trois cent soixante jours. Mais nous ne savons pas encore comment ce cercle est situé, et les mesures précédentes ne nous apprennent rien sur sa position relativement à *l'équateur céleste,* dont la révolution périodique des étoiles nous a permis de fixer la place. Que si cependant le soleil change de hauteur au-dessus de l'horizon, et par conséquent au-dessus

de l'équateur, dans le cours de la période de son mouvement en ascension droite que nous venons de considérer, c'est une preuve que l'orbite qu'il décrit n'est pas confondue avec ce cercle, et ne lui est pas parallèle. Ainsi, du seul fait que le soleil décrit un cercle annuel par son mouvement propre et en même temps change de hauteur par rapport à l'équateur, nous pouvons conclure qu'il décrit *un cercle oblique au cèrcle équatorial*. Pour constater cette proposition, il faut en même temps réunir les observations d'ascension droite, faire aussi des observations de déclinaison, c'est-à-dire estimer de combien dans son cours annuel, le soleil s'éloigne ou se rapproche de l'équateur.

Les observations sont fort simples : tous les jours, à midi, on mesure la distance angulaire, bord supérieur et inférieur du soleil, au zénith, dont on prend la moyenne, ce qui donne la distance du centre. On connaît la distance du zénith au pôle. Le pôle est à quatre-vingt-dix degrés de l'équateur. On peut donc déduire de ces distances zénithales, la distance du soleil à l'équateur ou sa *déclinaison*. Si on fait cette observation vers le vingt décembre, on trouvera

que le soleil est dans l'hémisphère austral, et qu'il est éloigné de vingt-trois degrés vingt-huit minutes de l'équateur.

Comme dans les diverses positions qu'il occupe par rapport à l'équateur, il décrit toujours les cercles du mouvement diurne, en décembre, sa hauteur sur notre horizon est la plus petite; le cercle qu'il décrit est le plus restreint, et le jour est le plûs court. Par les mêmes raisons, prises en ordre inverse à cette position qu'on appelle solstice d'hiver, le jour est le plus long pour l'hémisphère austral.

A partir de décembre jusqu'en mars, sa distance à l'équateur diminue sans cesse, passe par tous les degrés depuis la valeur que nous venons d'assigner jusqu'à ce que cet astre se trouve dans ce plan même : sa déclinaison est alors *zéro*, et dans le même temps, par son mouvement annuel, il a décrit quatre-vingt-dix degrés, ou un quart de son orbite. Passé ce terme, depuis avril jusqu'en juin, il entre dans l'hémisphère boréal; ses déclinaisons augmentent jusqu'à leur maximum de vingt-trois degrés vingt-huit minutes. Le soleil à cette hauteur, partageant le mouvement diurne de toute la sphère, décrit le cercle le

plus grand, et dès-lors, le jour pour nous est le plus long de toute l'année. Il redescend vers l'équateur, le coupe, et passe dans l'hémisphère austral pour parcourir des périodes semblables de *déclinaison australe.*

Aux deux époques de l'année, où le soleil rencontre l'équateur, le cercle que le mouvement diurne lui fait décrire, se confond avec l'équateur même. Sa lumière est alors distribuée également aux deux hémisphères du globe. Sa présence au-dessus de l'horizon est partout égale à son absence au-dessous. Les jours sont donc égaux aux nuits pour tous les peuples; c'est ce qu'on appelle les *équinoxes;* terme parfaitement juste, en ce qu'il n'est que la simple expression du fait.

Toutes les fois qu'un phénomène physique est au moment d'atteindre un maximum après lequel il doit diminuer, le corps en mouvement qui va atteindre ce maximum éprouve dans le voisinage du point où il va cesser de croître, des variations très-petites et pour ainsi dire insensibles. Cette remarque générale s'applique au mouvement du soleil près de toucher son maximum de déclinaison. Ses accroissemens en hau-

teur vers le vingt juin, comme ses diminutions vers le vingt décembre, sont presque insensibles. Il paraît rester *stationnaire*. De là, on a appelé le premier de ces points *solstice d'été*, et le second, *solstice d'hiver;* expressions qui sont encore assez exactes. Il n'en est pas de même des noms que des peuples anciens ont donnés très-inutilement aux deux cercles que le soleil décrit au solstice d'été, *tropique du capricorne*, et au solstice d'hiver, *tropique du cancer*, parce que cet astre, au premier de ses points, s'élève très-haut et semble grimper comme une *chèvre*, et au second, paraît reculer comme le *cancer* ou l'*écrevisse*, « ramène l'année et revient sur ses pas. » Ces dénominations allégoriques inventées par les Égyptiens, sont évidemment mauvaises. On les retrouve cependant dans tous les poëtes anciens. Hésiode, Homère, Manilius, Virgile, Lucain en ont fait usage dans leurs vers. Mais cette sanction des poëtes n'est pas une règle pour les astronomes, et il faudrait entièrement rejeter ces noms, si l'usage ne les avait pas consacrés.

En résumant les circonstances générales de ces observations sur le soleil, nous découvrons

dans cet astre deux genres de mouvemens, l'un parallèle à l'équateur, *le mouvement en ascension droite;* l'autre, qui nous a paru perpendiculaire à l'équateur, *le mouvement en déclinaison.* Un corps sollicité par deux mouvemens choisit une route intermédiaire. Le soleil devra donc, dans sa révolution propre, décrire d'occident en orient une courbe inclinée à l'équateur, de la valeur de la plus grande quantité dont il s'en éloigne, c'est-à-dire de la plus grande déclinaison. Cette courbe, qu'on peut tracer suivant un procédé graphique, en portant sur un globe, à partir de son équateur, jour par jour, les déclinaisons et les ascensions droites que nous avons observées, porte le nom d'*écliptique,* parce que les astres doivent se trouver dans ce plan pour s'éclipser. L'écliptique est évidemment incliné à l'équateur de vingt-trois degrés vingt-huit minutes. C'est le cercle que le soleil parcourt dans une année, et il est facile de voir que pour le déterminer il faut prendre la différence entre les plus grandes hauteurs solstitiales de l'année. Voilà donc un autre cercle qui a aussi ses pôles, et sur lequel, ainsi que nous avons compté les

déclinaisons et les ascensions droites sur l'équateur, on mesure les *longitudes* et les *latitudes* célestes. La fixation précise de cette courbe est une des opérations les plus importantes de la science, et cette étude nous paraîtra encore plus intéressante, lorsque nous serons arrivés à détruire toutes les apparences et à transporter à la terre les mouvemens du soleil. Nous verrons alors que cette courbe solaire est simplement la trace de l'orbite de la terre; nous prouverons que l'obliquité de l'écliptique exprime l'inclinaison de l'axe du globe sur le plan de l'orbe qu'il décrit, et que tous les phénomènes que nous venons d'examiner sont réellement produits par le mouvement de la terre dans une orbite de soixante-neuf millions de lieues de diamètre. Continuons cependant d'étudier les apparences. Observons en premier lieu les phénomènes dans toute leur complication, et nous rendrons ensuite à l'univers cette simplicité sublime que le créateur lui imprima.

Il nous reste à examiner une dernière circonstance, mais une des plus remarquables du mouvement du soleil, les inégalités de son mouvement aux diverses saisons, et les varia-

tions de la grandeur de son diamètre apparent. Cette étude va nous fournir le moyen de rectifier les premières données et d'assigner quelle est la forme réelle de l'orbite solaire, qui jusqu'ici nous a semblé être un cercle. Il est facile de s'assurer que la marche du soleil dans l'écliptique n'est pas uniforme ; car en observant jour par jour sa vitesse en déclinaison et en ascension droite, on voit qu'elle diffère d'une quantité très-appréciable. Mais il est plus simple de mesurer avec précision le temps que le soleil emploie à revenir à des points de son orbite diamétralement opposés ; celui, par exemple, qui s'écoule entre un solstice, l'époque de la plus grande déclinaison et le solstice opposé, époque de sa plus grande déclinaison dans l'hémisphère austral. Il est clair que s'il se meut dans une orbite circulaire, ces deux moitiés de cercle seront parfaitement égales, et si son mouvement est régulier, elles devront être décrites dans le même temps. De même, en admettant que sa course est uniforme, l'observation de l'intervalle de temps qui s'écoule entre son passage sur des points de l'écliptique, éloignés l'un de l'autre de quatre-vingt-dix degrés

ou d'un quart de la circonférence, doit être toujours égale à une même quantité, quelle que soit l'époque de l'année. Alors, l'observation prouve que le nombre de jours que le soleil met à parcourir les diverses portions de son orbite, qui, si on admet qu'elle est un cercle, peut être comme divisée en quatre parties égales, est fort différente suivant les saisons. Voici un tableau, dressé d'après les observations mêmes, qui ne laisse aucun doute sur le fait de l'inégalité de la marche du soleil dans l'orbe qu'il nous paraît décrire par son mouvement annuel.

TABLEAU DE LA MARCHE DU SOLEIL.

	jours.	heures.	minut.
De l'équinoxe du printemps, au solstice d'été.	92	21	36
Du solstice d'été à l'équinoxe d'automne.	93	13	44
De l'équinoxe d'automne, au solstice d'hiver.	89	16	56
Du solstice d'hiver, à l'équinoxe du printemps	89	1	33
Durée totale de l'année.	365	5.	49

Ces résultats prouvent que la marche du soleil est inégale. Les deux équinoxes, s'il se meut dans un cercle, coupent sa révolution par un grand diamètre, qui doit la diviser en deux parties égales. Et cependant, dans cette partie de son orbite, que nous avons appelée septentrionale, qui s'étend depuis le point de l'équinoxe du printemps jusqu'au point de l'équinoxe d'automne, il reste sept jours huit heures de plus que dans l'autre moitié de son orbite qui embrasse l'hémisphère méridional, et qui part du point de l'équinoxe d'automne pour revenir à l'équinoxe du printemps. L'observation prouve que ce mouvement est le plus rapide dans les points de l'orbite voisins du solstice d'hiver, et au contraire plus lents dans les points de l'orbite voisins du solstice d'été. Pour rendre compte de cette inégalité remarquable du mouvement de ce soleil, il faut admettre ou que son orbite n'a pas la même grandeur des deux côtés de la ligne des équinoxes, ce qui exclut toute forme circulaire, ou que l'astre change de vitesse. Pour décider la question, il faut combiner avec l'observation de ces variations de mouvement, celle des variations de

diamètre. Si on mesure le diamètre du disque solaire dans les diverses saisons, on trouve qu'il varie d'une quantité très-appréciable. Lorsque la vitesse de l'astre est la plus grande vers le solstice d'hiver, le diamètre du soleil est de six mille trente-cinq secondes et sept centièmes ; et lorsque la vitesse est la plus petite, le diamètre est de cinq mille neuf cent trente-six secondes trois centièmes ; la moyenne valeur de ces deux quantités est de cinq mille neuf cent trente-six secondes. Il est donc démontré que la distance du soleil à la terre est plus grande en été qu'en hiver, par ce seul fait qu'au solstice d'hiver il se présente sous un angle plus grand que dans aucune autre saison de l'année. Si la différence de la vitesse angulaire du soleil dans son orbite, selon les saisons, dépend de ce que cet astre s'éloigne de nous et change de diamètre, il faut nécessairement que le changement de diamètre qu'il éprouve soit exactement proportionnel au changement de vitesse. Ainsi en été, son diamètre est le plus petit, son mouvement est le plus lent, et si cette lenteur est causée par un accroissement de distance du soleil à la terre, on doit trouver que

cette lenteur est justement proportionnelle à la quantité dont le diamètre est diminué. C'est ce qui n'a pas lieu d'après les observations. Si on compare la vitesse angulaire du soleil dans l'écliptique, en été et en hiver, on trouve qu'en hiver cette vitesse est plus rapide de *trois cent trente-six dix millièmes* qu'en été, et le diamètre est le plus grand; le soleil s'est donc rapproché, et sa vitesse s'est accrue; mais si cet accroissement de vitesse était seulement dû au rapprochement du soleil à la terre, l'accroissement de vitesse serait justement proportionnel à l'accroissement de diamètre; l'augmentation du diamètre devrait donc être de *trois cent trente-six millièmes de sa valeur.* Mais, ce qui est fort remarquable, l'augmentation de diamètre, ainsi qu'il résulte du rapport des deux nombres six mille trente-cinq sept centièmes, et cinq mille neuf cent trente-six est beaucoup plus grand. Le diamètre varie de *un soixante-huit dix millième* de sa valeur. Et comme la vitesse varie dans une proportion plus petite de moitié, on ne peut expliquer la variation de vitesse par la variation de distance que révèle le changement de diamètre. Concluons en-

fin qu'il faut que le soleil éprouve des changemens réels dans sa vitesse, et qu'il se meut plus vite lorsqu'il est près de la terre, et plus lentement lorsqu'il s'en éloigne. Ces rapports de vitesse et de distance prouvent évidemment qu'il existe une dépendance entre les mouvemens du soleil et sa distance à la terre, ou plutôt entre les mouvemens de la terre et sa distance au soleil; fait très-important en ce qu'il renferme le germe de la théorie de la gravitation et des lois les plus générales de l'univers (1).

Si on trace la courbe qui passe par les diverses positions du soleil et qui exprime ses variations en ascension droite et en déclinaison, on s'apercevra que cette courbe n'est pas entièrement circulaire, et en l'examinant avec soin on verra que c'est une *ellipse* dont le grand diamètre se confond avec la ligne qui joint la plus petite et la plus grande distance du soleil à la terre. Ainsi, le résumé général de toutes ces observations, qu'il est facile d'exposer en quelques pages, mais qui ont coûté des siècles de

(1) Voir planche II, figure I, la position du soleil ou plutôt de la terre, dans les quatre saisons.

travaux et d'études, est que *l'orbe solaire est une ellipse dont la terre occupe un des foyers.* Cette loi, qui convient à toutes les planètes, fut dévoilée par Képler, après d'immenses calculs, et la publication de ce grand résultat forme une des époques les plus importantes des sciences modernes et le point de départ de l'astronomie moderne, qui, appliquant l'analyse aux observations, reproduit les observations mêmes avec une exactitude que les instrumens les plus parfaits ne peuvent quelquefois pas atteindre.

Nous venons d'esquisser rapidement le tableau des mouvemens du soleil dans son orbite. Il fallait d'abord commencer par l'étude des apparences, et nous représenter au foyer de l'ellipse que décrit le soleil; car le fait mathématiquement prouvé aujourd'hui du mouvement de la terre n'est pas un fait isolé: il se lie à l'harmonie générale du groupe de planètes dont la nôtre fait-partie, et cette conséquence qui nous semble si difficile à établir au commencement des études astronomiques, devient un résultat très-simple, et se place comme de lui-même au nombre des vérités démontrées, quand on l'envisage dans ses rapports analogiques avec

la constitution de l'univers, dans lequel notre système occupe une place presque insensible. Dès l'enfance de la civilisation, les mouvemens du soleil ont excité l'attention du vulgaire et ouvert un vaste champ aux recherches des sages. La vue de cet astre étincelant, les bienfaits du père de la lumière ont presque toujours rempli l'imagination des hommes des sentimens d'une si vive admiration, que leur raison a été entraînée à des écarts auxquels on doit attribuer ces allégories nombreuses qu'on retrouve chez tous les peuples, et qui paraissent faire la base d'une foule de systèmes religieux et poétiques. Ce même esprit se retrouve chez les nations dans les situations les plus diverses.

Dans les climats du nord, où le soleil ne paraît qu'à de longs intervalles, dans ces climats où la nature languit, faute de chaleur et de lumière, les jongleurs de l'Islande conjurent le soleil, comme sur les Cordillières du Pérou et les plaines du Mexique; aux lieux où le soleil, prodigue de ses rayons, donne à la végétation ce riche éclat des tropiques, où une verdure éternelle a quelque chose de monotone et de triste, on invoquait aussi le dieu du jour,

et dans le temple de Mitla, et dans le trocalli de Mexico. Partout le culte du soleil occupe la première place parmi les idolâtries qui ont défiguré ces pratiques religieuses, inséparables des sociétés humaines. Le colosse à demi caché par le sable du tombeau d'Osymandyas, les longues avenues de sphinx, les hypogées, les ruines imposantes de Karnah et de Loulrsor, comme celles de Thèbes et de Tentyris, tous les monumens de la vieille Égypte sont couverts de signes astronomiques, comme si les peuples qui ont élevé ces vastes édifices avaient voulu suppléer par la masse de leur architecture et de leurs constructions astronomiques, à la grossièreté de leurs instrumens et à l'imperfection de leurs méthodes.

Dans tous les temps, les peuples répartis sur la surface de notre planète à de grands intervalles de distances, ont invoqué les astres du jour et de la nuit. Les anciens Grecs comme les Romains immolaient un belier au soleil au départ d'une expédition militaire; les Indiens Delaware conjurent l'esprit de lumière de refuser ses rayons aux ennemis de leur tribu; les insulaires d'Otaïti invoquent la lune dans

leurs solennités funéraires et dans les touchantes veilles du Moraï. Les poètes ont aussi célébré le dieu du jour dans toutes les langues. La vue du soleil et le souvenir de sa lumière a été célébré par l'aveugle Ossian, dans un morceau sublime, comme dans l'Edda de l'Islande, dans les chants du Persan Sadi, dans les poèmes qui racontent les transformations de Vishnou, et dans les vers antiques attribués à Orphée. Mais la philosophie a détruit toutes ces illusions, et à la place des rêves des poètes et des allégories des prêtres, qui cachaient la vérité, elle mit le tableau sublime de l'univers réduit à sa majestueuse simplicité. Ne nous plaignons pas de ce service qu'elle a rendu à l'esprit humain. La pure vérité est le digne objet des recherches de l'homme, et sa possession le récompense de la peine qu'elle coûte à dévoiler. Quel beau spectacle pour le philosophe, de voir la théorie se perfectionner de jour en jour, les causes de troubles futurs dans le système se détruire et se comparer, un ordre éternel s'établir, et les mondes poursuivant leur cours avec une régularité que nulle cause naturelle ne saurait troubler ! Ce sont là les résultats que Sénèque

avait prédits, lorsque, dans sa juste confiance dans les progrès de la raison, il annonçait qu'un jour les phénomènes seraient expliqués et l'univers compris par la postérité. Tous les hommes éclairés doivent s'efforcer de répandre ces connaissances; car elles influent puissamment sur l'ordre moral. La régularité de l'univers semble être un emblème de l'éternité de la raison. La vérité, immuable dans l'ordre physique, doit l'être aussi dans l'ordre moral, et cette harmonie admirable qui gouverne le monde extérieur doit nous remplir de l'espoir que la justice et la liberté gouverneront aussi l'univers moral, et que le moment viendra où ses lois, éternelles comme celles de la matière, ne seront jamais suspendues.

Les astronomes et les physiciens se sont également occupés de la constitution physique du soleil. Lorsqu'on examine son disque avec un télescope d'un pouvoir grossissant assez considérable, on y remarque souvent des taches noires, d'une étendue très-variable. Leur

grandeur absolue est quelquefois très-grande. Herschel en observa une en 1779, qui avait environ 16,000 lieues de diamètre, large environ huit fois comme la terre. Les taches solaires paraissent se mouvoir sur le disque d'orient en occident, et aux bords elles paraissent comme de légers filets; elles s'épanouissent à mesure qu'elles s'approchent du milieu de l'astre, et elles semblent diminuer de largeur en atteignant le bord opposé. Les courbes apparentes qu'elles décrivent sont des ellipses, et elles paraissent accomplir leur révolution en vingt-sept jours sept heures trente-sept minutes. En prenant en considération le mouvement de la terre, et en corrigeant ce résultat de l'influence de tout changement de lieu dans son orbite pendant une révolution de ces taches, on trouve pour le temps de la rotation du soleil, vingt-cinq jours neuf heures cinquante-six minutes.

Il paraît que dans le cours de l'année 1610, Harriot, géomètre anglais, et Fabricius, astronome allemand, aperçurent les taches du soleil. Il est fort remarquable que Fabricius ait pu les découvrir sans avoir employé de moyens

pour diminuer l'intensité de la lumière solaire. Il observait le soleil à l'horizon, ou lorsqu'il était voilé par des nuages. Mais les premiers observateurs qui suivirent ces phénomènes du disque solaire, avec méthode et persévérance, furent Scheiner, professeur de mathématiques à Ingolstadt, et surtout Galilée. Scheiner communiqua sa découverte, en 1611, à son ami Marc Velser, l'un des magistrats de la ville d'Augsbourg. Ce dernier les publia, sous la forme de lettres, en janvier 1612. Scheiner s'était imaginé que les taches solaires étaient des planètes très-voisines du soleil, autour duquel elles circulaient. Presqu'au même instant Galilée fit des observations semblables sur le disque solaire. Velser lui envoya une copie des lettres de Scheiner. Galilée écrivit à Velser, le 4 mai 1612, qu'il ne pensait pas que les taches solaires fussent des planètes; à peine osa-t-il leur faire part de sa conjecture, parce qu'il venait d'être condamné par des prêtres ignorans autant que fanatiques; et qu'il savait que l'église surveillait ses opinions. Cependant Galilée fit voir à plusieurs personnes, réunies dans le jardin du palais Quirinal du cardinal

Bandini, que les taches, par leurs formes bizarres et changeantes, ne pouvaient être des planètes. Cet habile observateur découvrit aussi les *facules*, ou parties du soleil plus brillantes que le reste du disque.

On a beaucoup observé dans ces derniers temps les taches solaires. On s'est assuré que la plupart ont un noyau ou partie centrale *très-obscure;* que ce noyau est entouré d'une *pénombre moins obscure;* que la limite entre le noyau et la pénombre est nettement tranchée; que même, si le centre noir ou noyau présente des angles, la pénombre est toujours à peu près d'une courbure régulière. Quand la tache s'approche des bords, le noyau et la pénombre diminuent de grandeur, et il arrive quelquefois au bord du disque, que la pénombre semble avoir couvert la moitié du *noyau.* Quand les taches s'effacent et disparaissent, souvent la pénombre persiste quelque temps après que le noyau ou partie noire s'est évanoui. En Angleterre, le docteur Long et Wollaston assurent avoir vu une tache se briser comme en fragmens, qui ensuite se sont éloignés l'un de l'autre avec une vitesse énorme.

Passons en revue maintenant les diverses explications qu'on a données de ces grands phénomènes. Silberschlag, de Magdebourg, en 1768, a conclu de ses observations que les taches solaires étaient des masses proéminentes de matière noire, et qu'elles ont un mouvement de rotation indépendant de celui du soleil; hypothèse singulière, que les faits ne paraissent pas avoir confirmée. Galilée, Hévélius et Maupertuis, ont pensé que les taches étaient d'immenses scories, flottant sur l'océan enflammé de la matière solaire; mais la grande régularité de leur mouvement s'oppose à cette explication. La Hire et de Lalande ont avancé que ces taches étaient produites par des marées périodiques qui découvraient les montagnes solaires, dont la masse est noire; que leurs sommets produisaient le noyau, et leurs pieds, légèrement recouverts par la matière lumineuse, la *pénombre*. Pour que cette explication fût adoptée, il faudrait, chaque fois qu'il se produit une tache aux bords du disque solaire, que la montagne fût aperçue se projetant sur le ciel, et formant une petite éminence ou aspérité; or, c'est ce qui n'a pas lieu. D'ail-

leurs, les *marées solaires* sont une pure hypothèse. Le docteur Wilson, professeur d'astronomie à l'université de Glascow, est l'auteur de la plus ingénieuse théorie des taches solaires. Il a établi avec beaucoup de probabilité que les taches sont des *dépressions* ou des cavités, et non des élévations de la surface du soleil. Il pense que ce sont d'immenses trous comme en entonnoir. Voici les apparences sur lesquelles il a fondé cette idée : les taches se meuvent de l'orient en occident; quand une tache et sa pénombre va disparaître au bord ouest du soleil, on voit que le *bord est* de l'ombre diminue d'abord, le noyau décroît ensuite et s'évanouit, et le bord ouest de l'ombre reste visible tout entier, jusqu'à ce qu'enfin elle disparaisse à son tour entraînée par le mouvement de rotation. Cette pénombre forme le côté *ouest* de l'entonnoir, qu'on doit en effet découvrir encore, quand le fond et le côté *est* ont disparu. Réciproquement, quand une tache se montre, ou, si l'on veut, se lève à l'est, la partie *est* de la pénombre paraît d'abord, ensuite le *noyau noir*, après, la partie ouest de la pénombre. Les côtés est et ouest des pénombres

ne sont rigoureusement égaux que lorsque la tache est au milieu du disque, parce qu'alors l'observateur voit l'entonnoir de *face;* mais à mesure qu'il s'incline sur le rayon qui vient de l'œil du spectateur, un des bords de l'entonnoir aura l'air de s'agrandir aux dépens de son fond, qui est le noyau. Ces apparences si remarquables furent observées par le docteur Wilson, sur la grande tache du mois de novembre 1769. Il admet en résumé, comme la conséquence des phénomènes, que les taches solaires sont des *creux coniques percés dans la surface lumineuse, par lesquels on aperçoit le corps opaque du soleil.* Pour confirmer sa théorie, Wilson fit construire un grand globe solide, en bois, le fit peindre en blanc, y fit percer des trous coniques terminés par un fond noir, et en dirigeant un télescope sur ce globe tournant, vu de fort loin, on y remarquait des phénomènes de décroissement entièrement analogues à ceux que présentent les taches solaires.

On a principalement objecté à cette théorie, qui a au moins le mérite d'être très-ingénieuse, que d'après La Hire et Cassini, des taches

vues en 1703 et 1719 ont formé une petite élévation sur le disque solaire. Mais cette apparence, qui serait décisive contre l'explication de l'astronome anglais, n'est rien moins que constante. Et d'ailleurs, si les taches sont produites par de vastes élévations, loin de paraître les plus grandes au centre et de diminuer en s'approchant du disque, elles devraient au contraire s'épanouir dans ce dernier cas, ou on apercevrait la montagne suivant toute sa longueur, tandis qu'au centre on n'en pourrait découvrir que le sommet unique.

Il est beaucoup plus difficile de découvrir sur le disque les *facules* ou *lieux plus clairs*, que les taches ou *lieux plus obscurs*. Ces facules deviennent souvent des taches noires, en changeant de nature. L'astronome Messier a fait un grand nombre d'observations sur ces points lumineux du disque solaire. Il a prouvé que les facules sont presque toujours les *précurseurs de la formation des taches*. Herschel a beaucoup contribué à éclaircir ce sujet difficile, où les hypothèses qui se présentent sont très-variées, et les observations très-délicates. Cet astronome a observé le disque solaire avec la plus

grande persévérance, de 1779 à 1794, à l'aide de ses grands télescopes. Il est bon de remarquer, avant d'exposer ses vues particulières, qu'il n'admet pas que la surface du soleil soit formée d'un liquide, ni d'un gaz, mais qu'il pense qu'elle est constituée d'une couche assez peu épaisse de nuages lumineux qui, en s'écartant, laissent apercevoir, au travers d'une ouverture ou creux, le corps du soleil qui est noir et opaque. Il distingue dans les apparences générales que les taches solaires présentent, les détails suivans :

1° Les OUVERTURES (openings), produites par l'écartement des nuages lumineux. Un fluide élastique, ou gaz non lumineux, s'élève du corps du soleil, forme un courant ascendant et écarte les nuages. Ce courant s'élève quelquefois très-obliquement, et avec beaucoup de rapidité. La forme des *ouvertures* varie dans l'espace d'une heure.

2° Les ENFONCEMENS (shallows), ou dépressions de la matière lumineuse, ou des nuages. Souvent ces dépressions n'ont pas une cavité percée.

3° Les CRÊTES (ridges) ou élévations de la matière lumineuse. Ordinairement ces élévations bordent les ouvertures. Herschel a observé une de ces crêtes qui s'étendait sur une longueur d'environ vingt-trois mille lieues.

4° Les FACULES (*nodales*), élévations brillantes de la matière lumineuse. Herschel pense que le courant ascendant exerce un effort ascensionnel sur la couche lumineuse et y peut former des hauteurs considérables.

5° Les CORRUGATIONS (*corrugations*), endroits où il y a des élévations et des dépressions de la matière lumineuse très-rapprochées l'une de l'autre et disposées confusément. Leur forme est très-changeante; elles se forment et disparaissent rapidement.

6° Les ÉCHANCRURES (indentations), autre espèce de dépressions, moins enfoncées et moins étendues.

7° Les PORES (pores), ou trous de la surface lumineuse. C'est le premier degré des ouvertures.

Telle est la classification des faits que Herschel a observés sur la surface du soleil (1). Voyons maintenant quelle hypothèse il a adopté pour les représenter tous fidèlement et les faire découler d'une même cause. D'abord il faut remarquer que Herschel n'a nullement eu en vue de faire voir quel genre de combustion se passe dans le soleil; phénomène tout-à-fait inconcevable dans l'état actuel de nos connaissances, et dont le seul analogue peut-être est fourni par le dégagement si net de lumière d'un corps soumis dans le vide à un fort courant voltaïque. Herschel a essayé seulement de rendre raison des apparences des taches. Il pense avec raison que leurs dépressions et leurs élévations excluent l'idée d'un liquide ou d'un solide lumineux. Il admet ensuite que l'apparence moins lumineuse des bords inférieurs des ouvertès atteste l'existence d'une seconde couche de nuages non lumineux, placée au-dessous de la couche lumineuse, et qui serait destinée, selon lui, à protéger le globe noir du soleil contre la chaleur et la lumière de la strate lumineuse.

(1) Voyez, pour les détails, le grand article *astronomie*, de l'Encyclopédie d'Édimbourg du docteur Brewster.

Il fit des expériences qui prouvaient, suivant lui, que sur mille rayons de lumière lancés par la couche lumineuse, quatre cent soixante-neuf rayons étaient réfléchis par la seconde couche de nuages opaques. Enfin, il s'est laissé entraîner à cette conclusion que le globe opaque du soleil pourrait bien être peuplé par des êtres semblables à nous, après qu'il a eu disposé en leur faveur cet écran de nuages pour préserver de la chaleur les habitans qu'il donne au soleil. — Mais, ici, les vues de Herschel sont purement hypothétiques, et comme telles, ne méritent plus de nous occuper (1). Remarquons seulement que les précautions qu'il prend pour modérer la température du globe solaire sont encore tout-à-fait insuffisantes. Ce n'est pas une couche de nuages gazeux qui pourrait intercepter d'une manière supportable ces rayons

(1) Cette idée, que le soleil est habitable, paraît si extravagante à la première vue, qu'en Angleterre, dans un procès, où un M. Éliott fut jugé pour tentative de meurtre sur la personne d'un nommé Boydell, on apprit à la cour, pour motiver le système qui tendait à établir que M. Éliott était fou, qu'il avait soutenu dans une lettre adressée à la Société royale de Londres, que le soleil pourrait bien être habité. Ce fait excita la surprise du jury, et ne contribua pas peu à motiver le verdict qui fut, que le crime était excusable, attendu l'état de folie du prévenu.

qui nous frappent encore d'un éclat si vif, à trente-cinq millions de lieues de distance de leur foyer. Le docteur Young a pris la peine de lui objecter encore que le diamètre du soleil étant cent onze fois celui de la terre, la pesanteur y est beaucoup plus forte ; de sorte qu'un corps qui fait quinze pieds dans la première seconde de sa chute sur notre terre, en ferait quatre cent cinquante à la surface du soleil, et qu'un homme y peserait à peu près vingt quintaux.

On a émis dernièrement une opinion fort ingénieuse sur la constitution du soleil. D'abord, il est généralement admis aujourd'hui que le globe du soleil est obscur, et qu'il est environné d'une atmosphère lumineuse. Attendu qu'il est prouvé que la lumière solaire renferme deux sortes de rayons, les uns qui éclairent sans échauffer, et les autres qui échauffent sans éclairer : l'auteur de ce nouveau système pense que les rayons *échauffans mais obscurs* sont lancés par le globe opaque, et que les rayons *lumineux mais froids*, sont lancés par la couche lumineuse des nuages. Ainsi ces deux sortes de rayons doivent toujours parvenir mêlés jusqu'à

nous. Il faudrait, pour que cette explication pût être reçue, qu'elle rendît compte aussi de la source d'une troisième espèce de rayons qui existent dans la lumière solaire, les rayons *chimiques*, qui ne sont ni *échauffans* ni *éclairans*. Nous raisonnons ici toujours dans la supposition que la lumière est un véritable corps lancé par le soleil, une émission de particules, et non un mouvement d'*ondulation produite dans un éther universellement répandu*. Cependant cette dernière manière de concevoir les phénomènes lumineux acquiert tous les jours un nouveau degré de vraisemblance.

Herschel a pensé de plus que la couche extérieure du soleil étant la source de sa lumière, lorsque les *corrugations*, les *facules* sont nombreuses, la chaleur qu'il émet ainsi que sa lumière est augmentée. Il a été même jusqu'à vouloir établir, sur les tables statistiques d'Adam Smith, que les années les plus fertiles furent celles où les taches se montrèrent en plus grand nombre. Mais il paraît évident, au contraire, que les taches doivent diminuer ses rayons d'une quantité notable sans doute, mais qui disparaît dans les torrens de lumière qu'il

lance sans cesse. Enfin, il pense encore que l'un des côtés du soleil est plus lumineux que l'autre côté; de sorte que cet astre, vu à une grande distance, pourra paraître comme une étoile changeante, à période fixe, pareille à celles qu'on remarque en assez grand nombre parmi les étoiles fixes. — Il est permis de conclure de cet exposé que l'hypothèse de Wilson, confirmée par Herschel, est celle qui représente le mieux les phénomènes des taches solaires. Nous n'ajouterons rien ici sur les systèmes de population du soleil. On peut dire cependant que c'est très à tort qu'on a avancé dans quelques ouvrages que les desseins de la Providence paraissent trop restreints, si on ne couvre pas d'êtres animés l'énorme globe du soleil. Depuis quand est-il permis à l'homme de tout découvrir dans l'univers, et de saisir tous les rapports qui unissent les parties de ce grand ensemble ? Il y a dans les sciences morales et physiques bien d'autres questions obscures que celles-là. D'ailleurs, ici, le rôle du soleil est assez important, et n'est-ce pas un assez beau ministère, celui de toujours « verser des torrens de lumière » sur les mondes qui l'environnent.

LETTRE VI.

PLANÈTES EN GÉNÉRAL, ET LOIS DE LEUR MOUVEMENT.

Différence entre les planètes et les étoiles. Noms des planètes; leur rang près du soleil, ou planètes inférieures et planètes supérieures. Couleur différente de leur lumière. Mouvement de rotation sur elles-mêmes, et de révolution autour du soleil. Durée de ce double mouvement. Diamètre, grosseur et distance des planètes au soleil. Lois de Képler. Apsides. Excentricité; inclinaison ou latitude; ascension droite ou longitude des planètes. Nœuds des planètes. Récapitulation en vers.

Quinci d'opre diversi e di sembianti
Da sinistra rotur Saturno et Giove,
E gli altri i quali esser non ponno erranti,
S'angelica virtù gl' informa et move.
(Gerusal. lib. *canto IX.*)

A gauche il voit rouler le monde planétaire,
Tous ces globes qu'emporte un mouvement contraire,
Saturne, Jupiter, et ces astres errans,
Dont Dieu même a réglé les retours différens.
(Baour-Lormian.)

Nous allons ensemble étudier aujour-

d'hui ces corps errans, nommés *planètes*, nom qui leur vient du mot grec *planêtê*, auquel répond notre adjectif *errant*. Ils forment la première classe des corps opaques, ou non lumineux par eux-mêmes, et qui se divisent en planètes, satellites et comètes.

Si on regarde le ciel dans une belle nuit, on remarque différens astres qui changent continuellement de place et ont une lumière douce et tranquille ; au lieu que les autres demeurent comme immobiles, et ont une lumière vive et scintillante. Le petit nombre de ces corps voyageurs et à lumière non agitée, sont des *planètes* ; les autres sont des *étoiles*. Celles-ci conservent toujours entre elles les mêmes rapports de position et de distance ; ce sont d'autres soleils que l'éloignement fait seul paraître très-petits, et qui doivent être fort grands, si l'on en juge par l'éclat dont ils brillent encore à la distance prodigieuse où ils sont de la terre.

Comparativement aux étoiles, les planètes sont bien près de nous ; elles ne quittent pas la zone formant l'empire du soleil et parcourue par elles en un double mouvement que nous indiquerons tout à l'heure.

Vous me demanderez sans doute pourquoi la lumière des planètes n'est point assujétie à ce tremblement nommé scintillation, que l'on remarque dans les étoiles ? La raison en est simple : la lumière des étoiles est une lumière à elles propre, celle des planètes n'est que d'emprunt; la lumière des étoiles vient de très-loin, et a cependant encore un très-vif éclat; celle des planètes, au contraire, quoiqu'elle ne vienne pas de si loin, n'est qu'une lumière de réflexion qui doit nécessairement s'être affaiblie; le soleil envoie cette lumière aux planètes qui la réfléchissent comme un miroir ou l'onde réfléchit les traits d'une personne, et en outre le double trajet de la lumière en

diminue l'éclat : voilà pour la vivacité. Quant à la scintillation ou à l'étincellement, ce phénomène est un effet que cette extrême vivacité produit sur notre vue. Pour démontrer encore que la lumière des planètes n'est qu'empruntée, il nous suffit de vous dire que quand une planète, Mercure ou Vénus, par exemple, se trouve placée entre le soleil et nous, elle n'offre plus aucune lumière et ne nous présente plus alors que l'apparence d'une tache ronde et parfaitement noire. Il est donc certain que la lumière des planètes leur vient d'ailleurs, c'est-à-dire du soleil. Leibnitz et Buffon regardaient les planètes comme des soleils éteints; suivant Buffon, ils avaient été détachés d'un foyer encore existant; ou, suivant Leibnitz, c'étaient de petits corps lumineux qui furent bientôt consumés et détruits faute de matières combustibles. Quelle que soit l'origine des planètes, contentons-nous de savoir que si elles ont été des corps lumineux par

eux-mêmes, elles ont cessé de l'être depuis bien des siècles, et que la lumière qu'elles nous envoient leur vient du soleil, leur foyer commun.

Dès la plus haute antiquité, l'observation fit reconnaître cinq de ces planètes, à la vue simple, savoir : Mercure, Vénus, Mars, Jupiter et Saturne; le secours et la perfection des instrumens a depuis élevé leur nombre jusqu'à onze, en y comprenant notre terre, que Copernic et Galilée ont mis pour jamais au nombre des satellites du soleil. Voici les noms de ces corps ambulans, avec l'indication des caractères symboliques donnés à chacun d'eux dans les traités.

MERCURE . . . . . *Caducée.*
VÉNUS. . . . . . . *Miroir avec son manche.*
LA TERRE . . . . . *Boule surmontée d'une croix.*
MARS. . . . . . . *Flèche avec un bouclier.*

Cérès.	*Ç barré ou avec cédille.*
Pallas	*Égide.*
Junon.	*Sceptre surmonté d'une étoile.*
Vesta.	*Autel sur lequel brûle le feu sacré.*
Jupiter	*Z barré, première lettre du nom grec de Jupiter.*
Saturne.	*Faulx du Temps.*
Uranus	*H barrée, première lettre du nom d'Herschel, qui a découvert cette planète.*

Ce tableau montre les planètes dans l'ordre de leur distance au soleil : ainsi Mercure est la première, parce qu'elle est la plus voisine de cet astre ; vient ensuite Vénus. Ces deux planètes se nomment *inférieures*, comme étant plus près du

soleil que ne l'est la terre. Après la terre s'avancent Mars, Cérès, Pallas, Junon, Vesta, Jupiter, Saturne et Uranus ; ces huit dernières planètes sont dites *supérieures*, à cause de leur plus grand éloignement du soleil que la terre. M. Gudin, l'élève et l'ami de notre célèbre Lalande, a décrit avec assez d'exactitude, dans un poème sur l'astronomie, le rang et le cortège de chacune des principales planètes qui appartiennent à l'empire du soleil : nous extrairons le passage suivant :

La splendeur du soleil ne m'a point dérobé
Mercure, qui paraît dans ses feux absorbé,
Ni *Vénus*, qui vers moi renvoyant sa lumière,
Tantôt m'offre un croissant, et tantôt une sphère ;
Près de l'astre du jour nul astre ne les suit.
La *Terre* n'est point seule en formant son circuit ;
La *Lune*, en tous les temps sa compagne fidèle,
De phases s'embellit, en tournant autour d'elle ;
Lui présente un seul flanc, et prolongeant ses jours
En tournant sur son axe elle achève son cours.
Mars, des traits du soleil est plus loin que la terre ;
N'importe, dans les cieux il marche solitaire.
De ses profondes nuits rien n'adoucit l'horreur.
Jupiter, dont les nuits ont bien moins de longueur,

Pour s'éclairer encor a quatre satellites,
Qu'il retient près de lui dans d'étroites limites.
Saturne offre à nos yeux un spectacle plus beau ;
Il nous montre son globe au centre d'un anneau,
Tandis qu'autour de lui, sept lunes circulantes
Rassemblent du soleil les flammes expirantes.
Enfin l'astre d'Herschel, beaucoup plus écarté,
De six lunes encor nous paraît escorté.
Compagnons du soleil, de grosseurs inégales,
Ils ne sont point entre eux à pareils intervalles.
Tous les sept de lui seul empruntent leurs clartés,
Sont dans le même temps autour de lui portés,
Et n'osant s'écarter que peu de l'écliptique,
Tracent obliquement une course elliptique.

(*Chant III.*)

Lorsque l'on connaît bien les douze constellations du zodiaque, il est facile de distinguer les planètes dans le ciel, puisque celles-ci ne dépassent point les limites de ces constellations, parmi lesquelles d'ailleurs on remarque seulement quatre étoiles de la première grandeur, Aldébaran, Régulus, l'Épi et Antarès; et ces quatre étoiles ont un éclat très-prononcé et toujours scintillant, au lieu que les planètes ont une lumière douce et immobile. Il ne reste plus qu'à savoir distinguer chacune

des six grandes planètes visibles. Nous en donnerons plus tard les moyens, mais on peut déjà les reconnaître par leur couleur. Mercure est cuivré; Vénus, très-brillante; Mars, rougeâtre; Jupiter, argentin; Saturne, plombé; Uranus échappe à la vue. On aperçoit difficilement Mercure, parce qu'il est presque toujours plongé dans les feux du soleil; Vénus, qu'on voit le soir au déclin du jour, et le matin avant l'aurore, et toujours au côté opposé du soleil, surpasse quelquefois en grandeur les plus belles étoiles, et forme une ombre. Jupiter a l'éclat de la plus belle étoile du firmament; et Saturne, à cause de son éloignement, n'offre qu'une lueur pâle et douteuse.

L'abbé Boscovich, dans son *poème des Éclipses*, indique de la manière suivante le caractère distinctif de ces astres mobiles :

Lux placida errantes stellas, dubiique tremoris
Expers, ni densos agitet gravis aura vapores;

Clara Jovem prodit, Saturnum plumbea, at igne
Sanguineo fervet Mavors, et concitat acri
Mortales animos œstro, inspiratquè furorem.

(Ch. Ier.)

« Une lueur tranquille, et, à moins que » les vents n'agitent les airs, des rayons » transmis sans trémoussement, sans scin- » tillation, indiquent les planètes errantes. » Une clarté majestueuse distingue tou- » jours Jupiter ; une lumière terne et » plombée est celle du vieux Saturne. » Dans les feux de Mars, une couleur de » sang annonce et transporte aux mortels » ses fureurs. »

Alma Venus nunquàm mediâ tibi nocte, nec unquàm
Adversâ Phebo cœli de parte nitebit.
Hesperus (ut sero occiduas cum Vespere ad oras
Effulget, Divam Graji dixere vocantes)
Consequitur Phœbum : ast eadem consurgit ab undis
Phosphoris Eois, et Phœbi nunciat ignes,
Vicinumque diem, pecudumque, hominumque labores.
Illa Jovem radiis pulcherrima vincit et ore,
Quo miserum mortale genus, quo numina captat,
Effundit jubar, ac nocturnas discutit umbras.
Atque olim, licet è medio sol altus Olympo
Imbuat aërios immenso lumine campos,

Exerit alma Polo nitidum caput, atque stupentes
Allicit adspectantum oculos, ignaraque rerum
Corda rudis vulgi percellit.

(Ch. Ier.)

« Jamais la charmante Vénus ne paraîtra
» au milieu des nuits; jamais elle ne se
» montrera du côté opposé à l'astre du
» jour. Sous le nom d'Hespérus, aux pre-
» mières approches des ténèbres, elle suit
» le char du soleil; mais bientôt Phos-
» phore chéri du berger, elle annonce
» avec l'aurore le jour qui va paraître,
» et rappeler les hommes et les animaux
» au travail. La beauté de ses rayons sur-
» passe l'éclat de Jupiter; pleine de ces
» appas qui captivent les dieux et les mor-
» tels, elle étale ses feux ravissans et chasse
» les ombres de la nuit.

» Lors même que le soleil au milieu de
» sa course inonde les airs de tous ses
» feux, la déesse se montre quelquefois,
» et attire en plein jour les regards du
» vulgaire ignorant. »

Unus vix unquàm tibi se Cyllenius ignis
Spectandum dabit, atque oculos percellet acutos.
Nam semper Phœbi rutilo tam proximus orbi
Vix unquàm hinc, atque hinc dextrâ, lævâque recedens,
Et breviore viâ, et cursu magc præpete primus
Evolat, et tanti radiis sese explicat ignis.
Proinde latet, rarusquè, atque imo in margine cœli
Erumpit primo seu Vespere, sive furentes
Cùm jàm solis equos, currumque Aurora paravit,
Et roseos puro profudit ab æthere flores.
Vividus at multa vicinæ in luce diei
Frustrà fallaces quærentem condere vultus
Ostendet fulgor, radiorum et cuspis acuta
Prodet perreptantem, et inania furta parantem.

(Ch. Ier.)

« Mercure, plus rapproché du soleil, et
» porté par un mouvement plus rapide en-
» core, ne s'écarte presque jamais à droite
» ou à gauche; et très-rarement peut-il se
» débarrasser des nuages de feu dont l'as-
» tre du jour l'environne. Aussi, presque
» toujours caché, il ne se montrera jamais
» à vous que vers les premières heures de
» la nuit, et sur le bord des cieux, ou lors-
» que l'Aurore, après avoir déjà attelé les
» coursiers de Phœbus, répand sur un air
» serein ses roses vermeilles. Mais la splen-

» deur du jour qui s'approche, redoublant
» sa clarté, vainement le fils de Maïa cher-
» chera-t-il à se cacher, l'éclat de ses rayons
» aigus trahira sa marche, et vous le ver-
» rez vainement occupé de ses stratagèmes,
» ramper sur les bords de l'horizon. »

Les télescopes, ces instrumens si merveilleux qui amplifient les astres, nous ont fait connaître la distance des planètes, leur forme ronde, ainsi que des taches sur presque toutes, c'est-à-dire des parties plus ou moins éclairées. Ces taches, à leur tour, en nous confirmant la sphéricité de la planète, nous ont aussi révélé son mouvement de *rotation* sur elle-même. En effet, si on observe ces astres pendant plusieurs heures, on voit les taches d'abord aperçues sur le bord du disque, s'avancer peu à peu vers le milieu, et s'agrandir à mesure qu'elles s'éloignent du bord. Indépendamment de cette rotation, en suivant les planètes dans le ciel, on voit encore qu'elles se dé-

placent et qu'elles ont un mouvement de *révolution* autour du soleil, leur centre commun. Toutes ont ce double mouvement qui les emporte d'occident en orient. On voit Jupiter et Mars tourner sur leur axe en même temps qu'ils avancent sur leurs orbites. Les deux planètes inférieures, Mercure et Vénus, paraissent, ainsi que l'observe Boscovich dans les vers précités, tantôt à droite, tantôt à gauche du soleil, comme la lune à l'égard de la terre. A l'est de l'astre, elles ne sont visibles que le soir, après le coucher; à l'ouest, on ne les voit que le matin avant l'aurore. Les planètes supérieures sont très-irrégulières dans leurs mouvemens; on les voit tantôt en conjonction, tantôt en opposition, tantôt en quadrature, mots dont vous apprendrez avec détail la signification dans une lettre sur la lune. « C'est ainsi, dit M. Francœur, qu'après s'être superposées, on voit les aiguilles d'une montre s'écarter à raison de leurs vitesses inégales : mais lorsque la

distance est d'une demi-circonférence, l'arc s'accroît encore; par conséquent, l'arc du côté opposé continuant de diminuer, les aiguilles se rapprochent en effet; c'est l'aiguille rapide qui poursuit à son tour l'autre. »

Les temps de ces deux mouvemens de rotation et de révolution ou translation, diffèrent pour chaque planète. Offrons d'abord la durée du mouvement de *rotation*, autrement dit *mouvement diurne* des planètes principales. Nous ne donnerons que des nombres ronds, afin qu'ils se gravent mieux dans la mémoire :

MERCURE. *Temps de la rotation.*	23 heures.
VÉNUS	23
LA TERRE.	24
MARS	25
JUPITER	10
SATURNE.	10 $\frac{1}{4}$
URANUS	10

On n'a pu encore s'assurer avec rigueur

du temps de rotation des deux planètes Mercure et Uranus, parce que la première, comme très-voisine du soleil, nous paraît presque toujours plongée dans ses rayons, et parce que la seconde est trop loin, double raison qui nous empêche d'apercevoir les taches de ces planètes, et, vous ne l'ignorez pas, ce n'est que par la disparition et le retour des taches d'une planète que l'on s'assure de sa rotation. Toutefois il est vraisemblable que Mercure opère la sienne en vingt-trois heures environ, et Uranus en dix heures, ce qui permet de classer les planètes en deux groupes : les unes, qui tournent sur elles-mêmes en vingt-quatre heures, savoir : Mercure, Vénus, la Terre et Mars ; et les autres en dix heures, savoir : Jupiter, Saturne et Uranus.

Le temps de la *révolution* des planètes autour du soleil, autrement dite *mouvement annuel*, est en raison proportionnelle de leur éloignement de cet astre ; plus elles

en sont voisines, plus elles marchent vite, parce qu'elles ont un moins grand cercle à décrire.

Mercure et Vénus ont des ailes;
La Terre se borne à courir;
Mars, aux sanglantes étincelles,
Au pas de charge aime à s'offrir;
Dans sa démarche souveraine,
Et dans sa clarté plus sereine,
S'avance le grand Jupiter;
Tandis qu'au loin le vieux Saturne
Pâle, se traîne, taciturne,
Sur les limites de l'Éther.

Voici en nombres ronds le temps de révolution de chacune des planètes autour du soleil.

MERCURE. *Temps de la révolution.*	3 mois.
VÉNUS. . .	7
LA TERRE	1 an.
MARS.	2 ans.
CÉRÈS.	4
PALLAS.	4
JUNON	4 ½

Vesta	4 ans.
Jupiter	12
Saturne.	30
Uranus	85

Les temps de la révolution périodique des planètes et leurs distances au soleil sont dans un rapport constant. Ces temps de révolution deviennent plus considérables en raison de la distance, non-seulement parce que les planètes décrivent des orbites plus grandes, mais encore parce que leur vitesse paraît moindre.

Avant de vous exposer les lois du mouvement des planètes, nous devons présenter la distance de ces corps au soleil, puisqu'il faut la connaître pour faire usage de ces trois clés magiques de la science d'Uranie.

C'est encore au moyen du télescope et en mesurant la *parallaxe*, c'est-à-dire, l'angle sous lequel d'une planète on verrait l'ombre terrestre, qu'on est parvenu à

conclure la distance de chacune des planètes à leur foyer commun. Les notes vous parleront avec quelque détail de la mesure des parallaxes. Des calculs rigoureux nous ont donné les résultats suivans, en nombres ronds, pour la distance moyenne des planètes au soleil :

MERCURE. *Distance au soleil.*	13 millions de lieues.
VÉNUS	25
LA TERRE.	35
MARS	52
VESTA	84
CÉRÈS	95
PALLAS.	96
JUNON.	102
JUPITER.	179
SATURNE	329
URANUS	662

Le savant abbé et poète Boscovich a essayé, dans les vers suivans, d'exprimer

à la fois la distance des planètes et le temps de leur révolution autour du soleil :

Ima tenens ergo Maïa satus omnibus unus
Et breviore viâ, et cursu mage præpete primus
Antevolat, nexisque secans talaribus auras
Undecies octo redit ad loca prisca diebus,
Mille quater spatiis Phœbi disjunctus ab igne,
Qualibus ampla tumet transverso corpore tellus.
Alma Venus septem spatiorum in millia surgit,
Septenisque orbem prope complet mensibus ; illam
Millibus alta decem Tellus despectat, et aurâ
Innatat in tenui : at cœlum ter quinque per amplum
Millibus assurgit, tristique exæstuat igne
Bellipotens, vultuque ferox, flammaque cruenta
Concitat incautas in mutua funera gentes.
Nam Venerem Martemque inter Natura locavit,
Et nimium ah ! miseros spatiis conclusit iniquis.
Nos unum in pleno circa se insumere gyro
Sol videt, at geminis Mars lentior indiget annis.
Eminet usque magis, quatuorque minora per auras
Jupiter æthereas circumvehit altior astra :
Millia namque, quater bissenis millibus, addit
Quatuor, et placido ingreditur gravis ore, hyemesque
Bissenas longo numerans complectitur orbe.
Longè ultra gnatum extremis lentissimus oris
Consequitur, claudens agmen, deciesque novenis
Millibus adjiciens spatiorum millia quinque
Alta tenet, gressusque trahit Saturnus anhelos.
Ille quidem tristi senio jam fractus, et ampla,
Quam retinet, capitis decus olim insigne superbi,
Nunc onus (1) *annosæ frontis, premiturque corona,*

(1) Anneau de Saturne, espèce de couronne immense qu'il porte dans toute sa marche autour de son globe.

Cessat, et obliquo despectat lumine natum.
Quinque (1) *senem famuli frustrà comitantur, et ipsum*
Ad se quisque trahens levat intolerabile pondus,
Namque et terdenos cursum producit in annos.

(Ch. Ier.)

« Mercure, le plus près du soleil, et » fendant les airs d'une aile légère, de- » vance les autres planètes, et huit fois » onze jours le ramènent au point dont il » s'était d'abord élancé. Autant la masse » de la terre s'étend de l'un à l'autre pôle, » autant et quatre mille fois autant l'orbite » du fils de Maïa éloigne ses feux du soleil. » Sept mille diamètres terrestres expriment » la distance de Vénus, et sept mois entiers » la voient presque terminer sa course. La » terre nage au milieu de son atmosphère, » et dix mille fois l'étendue de son dia- » mètre la porte au-delà de Phébus. A » cette hauteur de la terre, le dieu Mars

(1) Saturne a sept satellites au lieu de cinq. Les deux derniers, il est vrai, n'ont été découverts que récemment.

» ajoutant encore cinq mille diamètres,
» fait briller les feux de son courroux, et
» appelle au carnage la fureur insensée des
» mortels. La nature nous a donc placés
» entre Vénus et Mars : situation, hélas!
» terrible et funeste, où les fureurs de l'un
» et les charmes de l'autre ont empoisonné
» les sources du bonheur.

» Une année transporte notre globe dans
» toute l'étendue de son orbe ; Mars plus
» lent encore en emploie deux entières à
» parcourir le sien. Jupiter s'élevant au-
» dessus de ce dieu de la guerre, et trans-
» portant avec lui quatre astres d'une
» moindre grandeur, s'avance gravement
» dans les cieux ; quatre fois douze mille
» diamètres et quatre mille encore éloi-
» gnent ses feux du char de Phébus, et
» douze hivers entiers s'écoulent avant
» qu'il achève sa course. Saturne bien plus
» éloigné se traîne sous les pas de son fils.
» A quatre-vingt-quinze mille diamètres
» au-delà du soleil, il termine la marche

» des planètes (1). Une large couronne,
» jadis l'ornement de sa tête superbe,
» aujourd'hui le fardeau de sa vieillesse,
» pèse sur son front décrépit. Au souvenir
» de sa première splendeur, il lance obli-
» quement vers Jupiter ses tristes regards.
» Cinq satellites s'efforcent en vain de di-
» minuer le poids énorme qui l'accable;
» en vain ils unissent leur force en attirant
» chacun son lourd diadème, ils ne peu-
» vent hâter sa marche; trois fois dix
» années suffisent à peine à une seule de
» ses révolutions. »

La plus grande des distances planétaires, pour le dire en passant, est presque nulle, si on la compare à celle des étoiles : en effet, qu'est-ce que les six cent soixante-deux millions de lieues d'Uranus, à côté des trois mille cinq cent soixante-six milliards de lieues qu'il y a pour le moins d'ici à l'étoile *Sirius*, la plus rapprochée

(1) La planète d'Uranus était encore ignorée au temps de Boscovich.

de la terre. Le télescope, qui nous donne les distances des planètes, n'a aucune prise sur les étoiles, tant leur éloignement de la terre est énorme.

En même temps qu'on prenait la distance des planètes, on a dû estimer et leur diamètre et leur volume. Voici encore à cet égard, et en nombres ronds, les résultats du calcul pour les planètes principales :

	Diamètre.	Grosseur.
MERCURE. .	1,100 lieues.	. $\frac{1}{15}$ de la terre
VÉNUS . . .	2,800	. . $\frac{11}{12}$ de la terre.
LA TERRE .	2,900	. . 1,400,000 fois plus petite que le soleil.
MARS . . .	1,600	. . $\frac{3}{10}$ de la terre.
JUPITER . .	33,000	. . 1,400 fois plus gros que la terre.
SATURNE. .	28,000	. . 1,000 fois.
URANUS . .	12,000	. . 100 fois.

Chacune des quatre nouvelles planètes,

Cérès, Pallas, Junon, Vesta, n'a qu'environ le quart du volume de la lune, qui n'a elle-même que le quarante-neuvième de celui de la terre, d'où elle n'est éloignée que de quatre-vingt-six mille lieues.

L'instrument appelé micromètre, mesure le diamètre et la grosseur des planètes. En mettant l'un des bords de l'astre en contact avec le premier des deux fils parallèles de la lunette, et en faisant marcher l'autre fil jusqu'à ce qu'il touche le bord opposé, l'intervalle des deux fils embrasse le diamètre de la planète, intervalle que l'on convertit ensuite en minutes et secondes de degrés, et puis en lieues. Quant à la grosseur, il faut pour l'obtenir observer la planète dans tous les sens, et prendre ensuite un terme moyen de volume, car elle n'est point parfaitement ronde, et l'irradiation, ce phénomène qui étend les rayons lumineux, l'agrandit encore plus ou moins, et d'une manière plus ou moins inégale.

Maintenant que vous connaissez les temps de la rotation et de la révolution des planètes ainsi que leur diamètre, leur volume et leur distance moyenne au soleil, l'explication des lois de leur mouvement aura pour vous beaucoup plus d'intérêt.

C'est au génie de Képler que nous devons la découverte de ces lois admirables. Après dix-sept années de méditations et de calculs, il reconnut premièrement, que les planètes décrivent non des cercles, mais des ovales ou ellipses ; secondement, qu'elles vont d'autant plus vite qu'elles sont plus près du soleil ; troisièmement, que les planètes les plus éloignées sont plus long-temps à faire leur tour. Ces découvertes certaines lui firent poser les trois lois suivantes qu'on appelle encore les *lois de Képler*, et qui opérèrent une révolution dans la science, en bannissant les mouvemens circulaires, et en amenant la découverte de la pesanteur universelle :

1° Les orbites planétaires sont des ellipses dont le soleil occupe un des foyers.

2° Les aires décrites autour de ce centre par les rayons vecteurs sont proportionnelles aux temps.

3° Les carrés des temps des révolutions des planètes sont entre eux comme les cubes des grands axes des orbites, ou comme les cubes de leurs distances au soleil.

Ces trois lois, qui font l'admiration des savans, sont devenues la base de l'astronomie, parce qu'elles unissent tous les mouvemens planétaires par un lien commun, auquel notre terre est également soumise, comme tous les satellites avec toutes les comètes. De si grandes idées étaient cependant venues à Képler sans le secours des lunettes.

Des planètes, par lui, les chemins sont tracés;
Reculant du soleil le trône avec audace,
Au foyer d'une ellipse il en marque la place.

Loin des pas tortueux de ses prédécesseurs,
Il prépara la voie à tous ses successeurs.
La science en acquit des forces plus égales ;
Son génie en posa les lois fondamentales.

(M. Gudin.)

Essayons d'expliquer ces fameuses lois de Képler, et d'en vérifier l'exactitude par leur application à quelques-unes des planètes.

Première loi. *Les orbes planétaires sont des ellipses dont le soleil occupe un des foyers.*

Le seul énoncé de cette loi prouve que la distance des planètes au soleil n'est pas toujours la même : en effet, dans leur révolution autour de cet astre, elles en sont tantôt plus près, tantôt plus loin, comme nous l'avons déjà fait observer ; c'est là une certitude que l'observation de Mars, de Mercure et de Vénus nous a value. Ces corps ne décrivent point des ronds, mais

des ovales, et alors le soleil n'est pas exactement au milieu de leurs orbites, c'est-à-dire de la courbe qu'ils parcourent; il en est de même de la Terre, qui en hiver est plus près du soleil, et en été plus éloignée. Les deux extrémités, l'une plus rapprochée, et l'autre plus éloignée, se nomment, la première *périhélie*, et la seconde *aphélie;* deux mots grecs qui signifient, le premier, *près du soleil;* et le second, *loin du soleil.* La ligne qui joint ces deux extrémités s'appelle la *ligne des apsides.* Képler s'assura de cette irrégularité de circulation des planètes, en mesurant la distance de Mars, dans plusieurs de ses positions. Il trouva que cette distance variait et qu'elle était, en certaines circonstances, moindre qu'elle n'aurait dû être, si Mars avait parcouru un cercle; il reconnut que cette planète effectivement ne décrivait point un cercle, mais une *ellipse*, et que le soleil n'était pas au centre, mais à l'un des foyers de la courbe aplatie à ses

deux extrémités opposées. Je donnerai dans les notes une explication détaillée, et dans les planches la figure de l'ellipse, en assignant la place des deux foyers solaires non loin du centre de cette courbe fameuse, dont la somme des distances de chacun de ses points aux deux points fixes nommés *foyers*, est une quantité toujours la même.

Le savant Boscovich, dont le génie poétique et le talent descriptif ne reculaient devant aucune difficulté, nous a tracé en vers la forme de l'ellipse, après avoir marqué la place du soleil au milieu des planètes :

Ille pater medio Titan resupinus ab axe
Suspiciens, cursumque alto metitus Olympo
Haud equidem incertis, ut nos, erroribus acta
Prospicit : Eoas certo nam singula in oras
Calle videt liquidas circa se innare per auras.
Calle, parem qui se non circùm flectat in orbem
Æqualis, gremio brevior sed contrahat imo
Non nihil, elatoque excurrat longior axe.
Qualem niliaco qua marmore, sive rigenti

Ære graves vasta surgentem mole columnæ
Attollunt cœlo frontem, regumque superbas
Sustentant ædes, vel Divûm ardentia templa,
Auratasque trabes, et culmina fulgida gemmis,
Vix quidquam obliquo si forte per intima ductu
Viscera dissectum disjungas, præbeat orbem
Forma teres, qui vix æquo discedat ab orbe,
Atque hinc elatis procurrat frontibus, inde
Vix quidquam adducto subsidat corpore pressus.

(Eclipses, *chant Ier.*)

« Toujours sur le milieu de l'axe, Titan
» les contemple (les planètes) d'un œil as-
» suré, et mesure leur course en les rap-
» portant constamment à la voûte céleste.
» Aussi n'ont-elles point pour lui, comme
» pour le spectateur terrestre, un mouve-
» ment inconstant et irrégulier; il voit tous
» ces astres nager dans la plaine liquide,
» tendre sans cesse vers l'aurore, et décrire
» autour de lui un orbe inégal dans ses in-
» flexions. Éloigné de la forme du cercle,
» cet orbe rapproche, resserre ses côtés,
» et allonge son axe. Voyez ces colonnes
» superbes qui font l'ornement de nos tem-

» ples et de nos palais, ou soutiennent nos
» lambris dorés; que sous une direction
» peu oblique l'acier divise ces masses ar-
» rondies, leur intersection vous présen-
» tera une surface dont le contour allon-
» geant ses fronts opposés, se rétrécira au
» contraire dans son milieu; image impar-
» faite de cette orbite qui trace la route des
» astres errans. »

Deux épingles implantées sur le milieu d'une feuille de papier, et peu loin l'une de l'autre, seraient les deux foyers solaires au sein de la courbe décrite par les planètes, et un fil attaché à un crayon qui tournerait autour des deux épingles, tracerait une ellipse. La distance de chacun des deux foyers au véritable centre est l'*excentricité;* c'est, comme nous l'avons dit, la place du soleil dans l'intérieur de l'ellipse. Cette route presque circulaire des planètes, est visiblement allongée dans le sens de la droite qui joint les deux foyers, et qui, prolongée de chaque côté

jusqu'à la courbe, forme le grand axe dont la longueur est la même que celle du fil. Le grand axe divise l'ellipse en deux portions égales et tout-à-fait semblables; le petit axe est la droite menée par le centre perpendiculairement au grand axe, et prolongée de chaque côté jusqu'à la courbe. Lorsque les foyers se touchent, l'ellipse est un cercle; plus ils s'écartent, plus elle s'allonge, et si leur distance mutuelle devient infinie, l'ellipse reçoit alors le nom de parabole.

Il suit de la définition de l'ellipse, que les planètes, dans leurs révolutions périodiques, sont tantôt plus près, tantôt plus loin du soleil; elles s'en rapprochent et s'en éloignent éternellement, à cause de leurs orbites ou courbes elliptiques. Mais ces orbites ne sont pas également aplaties à leurs extrémités, et ces variations doivent être notées. L'excentricité moyenne des orbites planétaires est à peu près dans le rapport suivant :

	Excentricité.	
MERCURE.		7,900
VÉNUS.		500
LA TERRE.		1,600
MARS.		14,200
JUPITER.		25,200
SATURNE.		53,200
URANUS.		46,600

En comparant ces excentricités aux diamètres des orbes planétaires, on reconnaît que Vénus diffère le moins du cercle, et que Mercure s'en éloigne le plus. Les planètes qui par leur excentricité se rapprochent le plus de la terre sont Mars et Vénus : leurs moindres distances à la terre sont, pour Vénus, de neuf millions de lieues; et pour Mars, de treize millions; leurs plus grandes distances sont de quatre-vingt-treize millions de lieues pour Mars, et de soixante millions pour Vénus.

La direction suivant laquelle se meuvent les planètes et la forme de leurs orbites étant connues, il faut trouver quelle est

la vitesse suivant laquelle ces corps décrivent la route qui leur est assignée; cette vitesse varie selon leur éloignement du soleil dans leur marche annuelle; elles vont plus vite dans leur périhélie, ou quand elles se rapprochent le plus de cet astre, et plus lentement dans l'aphélie, ou à mesure qu'elles s'en éloignent davantage : la seconde loi de Képler en a posé le rapport.

DEUXIÈME LOI. *Les aires décrites autour du soleil par les rayons vecteurs des planètes sont proportionnelles aux temps.*

Le rayon vecteur étant la ligne menée du centre d'une planète au centre d'une autre planète ou du soleil, et les aires étant synonymes des surfaces, nous pouvons dire plus simplement que *les surfaces décrites par une planète sont proportionnelles au temps qu'elle met à les décrire;* c'est ce

que Boscovich a voulu exprimer dans les vers suivans :

Hinc autem et gressu vix impare singula cernit
Per liquidas se ferre vias; namque æthera in altum
Dùm tollunt sese, ac cœlo magis ardua surgunt,
Illa quidem cohibere gradum suspectat, et imum
Demissa ad callem contra, ac propiora volatum
Urgere, atque fugam certa contendere lege.
Ast æquo cum vix discedat callis ab orbe,
Et spatio exiguo, et cursus discrimine distant.

(Eclipses, *chant Ier.*)

« Le soleil voit ainsi les planètes tra-
» verser les airs d'un pas presque égal, et
» par des lois constantes ralentir insensi-
» blement leur course en s'élevant, hâter
» au contraire leur vol lorsqu'ils se rap-
» prochent; mais l'inégalité de leur orbe
» étant peu sensible, ils n'éprouvent aussi
» dans leurs mouvemens et dans leurs dis-
» tances que des variations peu considé-
» rables. »

Les espaces embrassés par deux rayons tirés du soleil à deux points différens de l'orbe planétaire, sont toujours propor-

tionnels au temps que la planète a mis pour aller de l'un à l'autre de ces points. Dans un temps double, le rayon vecteur a parcouru une surface double. Vous trouverez dans la planche II la figure, et dans les notes l'explication du rayon vecteur; sur une ellipse vous remarquerez à l'aphélie ou au plus grand éloignement de la planète, deux rayons vecteurs plus rapprochés, et au périhélie deux rayons vecteurs plus éloignés l'un de l'autre; il ne faudra néanmoins à la planète que le même espace de temps pour parcourir ces deux portions inégales de son orbite, car si l'une de ces portions, celle du périhélie, est plus large, l'autre est plus longue, et il y a compensation; la vitesse s'accroît à mesure que la distance diminue; et elle se ralentit quand cette distance augmente. Voici comment M. de La Place, autorité imposante dont je dois souvent m'appuyer, applique la deuxième loi de Képler à la planète de Mars :

« C'est au périhélie que la vitesse an-
» gulaire de Mars autour du soleil est la
» plus grande; elle diminue ensuite à me-
» sure que le rayon vecteur augmente, et
» elle est la plus petite à l'aphélie. En com-
» parant cette vitesse aux puissances du
» rayon vecteur, Képler trouva qu'elle est
» proportionnelle à son carré, en sorte que
» le produit du mouvement journalier hé-
» liocentrique (mouvement vu du soleil)
» de Mars, par le carré de son rayon vec-
» teur est toujours le même. Ce produit
» est double du petit secteur que ce rayon
» trace, chaque jour, autour du soleil;
» l'aire qu'il décrit en partant d'une ligne
» invariable passant par le centre du so-
» leil, croît donc comme le nombre des
» jours écoulés depuis l'époque où la pla-
» nète était sur cette ligne. »

Les durées des révolutions des planètes autour du soleil croissant avec leurs moyennes distances à cet astre, Képler pensa qu'il y avait identité entre elles et

ces distances, et il établit ce rapport en disant :

Troisième loi. *Les carrés des temps des révolutions des planètes sont entre eux comme les cubes des grands axes de leurs orbites, ou comme les cubes de leurs distances au soleil.*

Les vers suivans de l'abbé Boscovich indiquent cette troisième loi de Képler, qui fixe les rapports des distances moyennes des planètes au soleil, avec celui du temps qu'elles emploient à faire une révolution entière :

Præterea quæ se vasto sublimia cœlo
Attollunt magis, et gyro majore feruntur,
Lenta magis longos cursum producere in annos
Prospicit, at demissa magis, mage concita gressum
Urgere, et brevibus concludere mensibus orbem,
Lege quidem æternâ, et rerum quâ conditor ipse
Gaudeat, ac cœlo adspectans sibi plaudat ab alto.

(Eclipses, *ch. Ier.*)

« Phébus voit encore celles des planètes

» qui, plus éloignées, parcourent aussi
» des sphères plus grandes, ne terminer
» leur révolution que dans le long espace
» des années, tandis que les autres plus
» abaissées parcourent leur orbe d'un vol
» plus rapide, et terminent leur carrière
» dans le court espace des mois. Des lois
» éternelles fixent leurs révolutions; et ces
» lois admirables, le Créateur sans doute,
» en les contemplant du haut des cieux,
» s'applaudit de les avoir prescrites. »

Képler fut si charmé de l'établissement de ses lois, qu'il en voulut marquer la date; il en sentait le prix, et il se rappelait la peine qu'elles lui avaient donnée, surtout la dernière : « Enfin, dit-il, comme
» le rapporte Bailly, j'ai découvert la pro-
» portion des temps périodiques à l'étendue
» des orbites;

Sera quidem respexit
Respexit tamen, et longo post tempore venit.

» Ce fut le 8 mars 1618 que cette pro-

» portion me vint dans l'esprit ; mais
» l'ayant mal appliquée au calcul, je la
» rejetai comme fausse. J'y revins ce-
» pendant le 15 mai par un nouvel effort,
» et le voile tomba de mes yeux. Tant
» d'épreuves répétées, dix-sept ans de
» travail sur les observations, une longue
» méditation contribuèrent au succès. Je
» croyais d'abord rêver et mettre en prin-
» cipe ce qui était en question ; mais il
» est très-vrai et très-exact que les temps
» périodiques de deux planètes quelconques
» sont précisément en raison des racines
» carrées des cubes de leurs distances
» moyennes au soleil. »

Le rapprochement des distances des planètes et de leurs temps de révolution autour du soleil, fait connaître, en effet, que les planètes les plus rapprochées de lui sont beaucoup moins de temps à en faire le tour que les corps éloignés ; plus les planètes sont loin du soleil, plus, nous le répétons, elles mettent de temps à décrire

leurs orbites; et les vitesses et les distances sont dans un rapport constant. Si l'on multiplie par eux-mêmes les temps périodiques de deux planètes, et deux fois leurs distances par elles-mêmes, les deux premiers produits seront dans le même rapport que les deux derniers. Je vous offrirai dans les notes un exemple de ce rapport curieux.

Au moyen de cette troisième loi, on peut trouver la distance d'une planète au soleil, si l'on connaît la durée de sa révolution périodique, ainsi que le temps périodique et la distance d'une autre planète : c'est de cette manière qu'on a fixé le temps de la révolution d'Uranus à environ quatre-vingt-cinq ans.

Ainsi, d'après les trois lois que nous venons de rapporter, les planètes tracent des ellipses ou des ovales autour du soleil, marchent plus ou moins vite selon qu'elles s'écartent plus ou moins de cet astre, et emploient dans leurs révolutions périodiques un temps proportionnel à leurs

moyennes distances de leur foyer commun.

En décrivant leurs ellipses autour du soleil, les planètes n'observent point la même position dans l'espace; elles sont inclinées les unes par rapport aux autres. Pour déterminer ces inclinaisons, on les rapporte à l'orbite apparente du soleil, appelée écliptique. Ces inclinaisons varient, mais à peine d'une minute par siècle, variation qui est un résultat de l'action des planètes les unes sur les autres; elles s'attirent réciproquement et se dérangent un peu dans leur marche, mais elles reprennent à la fin leur inclinaison première, ce qui sera expliqué plus au long dans une de nos lettres consacrée uniquement à l'attraction ou à la pesanteur universelle. Voici à peu près de combien de degrés sont inclinées les orbites des planètes:

Mercure. . *Inclinaison*. . 7 degrés.
Vénus. 3

La Terre.	*Inclinaison.* . .	0 degrés.
Mars		1
Cérès.		10
Jupiter.		1
Saturne.		2
Uranus		1

L'inclinaison des planètes par rapport à l'écliptique s'obtient aussi en mesurant leur plus grande latitude, c'est-à-dire leur distance à l'écliptique, cette route apparente du soleil, et réelle de la terre. Voici ces latitudes ou quantités dont les planètes s'éloignent le plus de l'écliptique :

Mercure.	*Latitude* . . .	7 degrés.
Vénus.		3
Mars.		1
Jupiter.		1
Saturne.		2

On voit que les résultats sont identiques.

L'inclinaison et la latitude des astres sont donc synonymes et semblables. Il en est de même de l'ascension droite et de la longitude, c'est-à-dire de la distance de la planète au premier degré du belier, en partant du point qui répond perpendiculairement au centre de l'astre.

MERCURE. *Longitude moyenne.*	163 degrés.
VÉNUS.	10
LA TERRE	100
MARS	164
JUPITER	12
SATURNE.	135
URANUS	177

Indépendamment de leur inclinaison et de leur ascension droite, les planètes nous offrent aussi dans leurs orbites deux points importans qu'il est bon d'indiquer : ce sont les *Nœuds*, c'est-à-dire les points où les orbites rencontrent le plan de l'écliptique,

car bien qu'elles aient un foyer commun, le soleil, ces orbites, comme nous l'avons dit plus haut, ne sont point toutes tracées sur un même plan. Le plan de chaque orbite coupe celui de l'écliptique, et les points où ces orbites se coupent se nomment nœuds. Les planètes sont toujours très-proches de l'écliptique, parce que leurs orbites sont peu inclinées sur ce plan; quand elles entrent dans la ligne des sections, c'est le nœud ascendant; quand elles en sortent, c'est le nœud descendant. Le *nœud ascendant* est celui par lequel passe la planète pour venir au-dessus de l'écliptique, ou plutôt pour se mettre au nord de ce plan; et le *nœud descendant* est le point diamétralement opposé, car ils sont à cent quatre-vingts degrés l'un de l'autre. Le mouvement des nœuds est analogue à celui des deux points d'intersection de l'écliptique avec l'équateur, lequel amène la précession des équinoxes.

Les planètes paraissent rétrograder cha-

que année, dès qu'elles sont opposées au soleil, et au lieu d'aller d'occident en orient, elles semblent reculer d'orient en occident, comme si elles retournaient sur leurs pas; mais cette rétrogradation apparente, qui est, d'après les calculs de Lalande, de six à sept degrés pour Saturne, de dix pour Jupiter, de dix-neuf pour Mars, n'est qu'un effet tout naturel du mouvement de la terre, qui, « passant entre le soleil et ces planètes, ajoute cet astronome, et allant plus vite qu'elles vers l'orient, les laisse en arrière, c'est-à-dire vers l'occident; en sorte qu'elles paraissent aller du côté opposé à celui où nous allons, et où elles vont réellement. »

Il resterait à examiner une question assez intéressante : *les planètes sont-elles habitées ?* mais l'étendue de cette lettre m'oblige à ne m'en occuper que dans la lettre suivante, où j'essaierai de rappeler toutes les particularités relatives à chacune des planètes; la lettre d'aujourd'hui ne ren-

ferme que les considérations générales; la prochaine offrira les détails, à la suite desquels je dirai quelques mots de la pluralité des mondes.

Je vous ai fait connaître la différence qui existe entre une planète et une étoile, la forme, la couleur, le diamètre, la grosseur et la distance des planètes, ainsi que les lois et la durée de leur double mouvement; j'ai aussi parlé de l'inclinaison de leur marche et de leurs rétrogradations apparentes : suivons-les, un moment, ces mêmes planètes, dans les régions de l'espace et vers cette bande du zodiaque dont elles ne peuvent s'éloigner :

Le soleil, roi du jour, au brûlant diadème,
Par le magique effet de sa force suprême,
Autour de lui retient dans les plaines des airs
Tous ces corps différens qui peuplent ses déserts.
Bouillonnant et plongé dans une mer de feu,
Mercure, du soleil ne s'éloigne que peu;
Cependant inondé des flots de la lumière,
Son ellipse s'allonge, ardente, irrégulière,
Comme si de son roi, maudissant le pouvoir,
Il voulait secouer la règle du devoir.

Vénus est plus tranquille, et jamais n'est rebelle :
Aussi sur l'horizon elle brille plus belle!
Souvent, grâce aux faveurs de l'immortel Phébus,
Elle efface en éclat les feux de Sirius;
Et même quand le jour nous illumine encore,
De rayons argentés cet astre se décore,
Il apparaît, sourit, vient de ses feux si doux,
Annoncer aux amans l'heure du rendez-vous.
Notre *Terre* plus grave et peut-être confuse,
Depuis que des humains le savoir lui refuse
Le centre que long-temps lui conserva l'erreur,
Tandis qu'au dieu du jour est dû tout cet honneur;
Notre Terre s'avance, et roulant sur soi-même,
En un an fait le tour du brûlant diadème.
Voyez-vous, entouré d'une épaisse atmosphère,
Cet astre au front rougeâtre éviter notre sphère?
C'est *Mars*, globe inégal et sombre dans son cours,
Il semble préférer les ténèbres aux jours.
Mais *Jupiter* se lève, éblouissante masse,
De son orbite immense, il l'entoure, il l'embrasse,
Et le force à rentrer dans ses propres États :
Salut, ô Jupiter! tes lumineux soldats,
Éclairant du nocher les courses vagabondes,
Tracent du haut des cieux sa route sur les ondes,
Tandis que décrivant ton orbe colossal
Tu tournes, du soleil majestueux vassal.
Enfin aux bords glacés du monde planétaire,
Je vois péniblement se traîner solitaire
L'astre du vieux *Saturne* enrichi d'un anneau,
Qui de sa vue encore agrandit le tableau.
En douze ans Jupiter a terminé sa course,
Mais Saturne plus lent, loin des astres de l'ourse,
Trois fois dix ans chemine, avant que, de retour,
Sur son ellipse encore il commence son tour.

Que dis-je, *Uranus* même, aux confins qu'il habite,
Il lui faut près d'un siècle à tracer son orbite :
Mais si les feux du jour ont peine à le toucher,
Six lunes avec lui s'empressent de marcher.
Voilà donc du soleil le magnifique empire !
Par lui sur ces grands corps tout s'anime et respire,
« Souverain des saisons ; le monde est son palais,
» Ces globes sont sa cour, et le ciel est son dais. »
Des planètes par lui refleurit la jeunesse ;
Lui seul il ne connaît ni glace, ni vieillesse,
Et quand sur nos climats se balance la mort,
Plein de gloire, il triomphe et du Temps et du Sort.

NOTES ET DÉVELOPPEMENS.

VI.

Parallaxe. Lois de Képler.

La découverte de la sphéricité du ciel et celle du mouvement du soleil débarrassèrent l'astronomie d'une foule d'idées bizarres; de même que Copernic et Képler, en nous donnant, de leur côté, le vrai système du monde et les lois du mouvement des planètes, assurèrent à jamais le triomphe de la vérité sur l'erreur.

Après qu'on eut trouvé la sphéricité céleste et le mouvement solaire, on s'occupa du classement des astres. On en remarqua un très-petit nombre qui changeaient de position, et qui allaient d'occident en orient avec des vitesses différentes : c'étaient les planètes. Les trois premières connues ont été ou dû être Mars,

Jupiter et Saturne. Une étoile brillante qui se levait le soir, un peu après le coucher du soleil, et qui changeait aussi de place, grossit ce petit nombre de corps errans, et fut appelée Vénus. Une autre étoile d'une grandeur bien moins considérable, et qui se faisait voir également le soir comme Vénus, fut encore ajoutée au nombre des planètes, et reçut le nom de Mercure. Voilà les cinq planètes primordiales observées des anciens. Les modernes y ont ajouté la Terre, et les travaux de la fin du dix-huitième siècle avec ceux du commencement du dix-neuvième ont encore agrandi le cercle de nos connaissances, en même temps qu'ils augmentaient toujours le nombre de ces corps voyageurs dans les espaces du ciel; nous comptons aujourd'hui onze planètes.

En étudiant le cours des planètes, les anciens remarquèrent qu'il y avait un temps de l'année où la vitesse était moins grande, devenait bientôt nulle, et enfin rétrograde, pour s'arrêter de nouveau, et puis recommencer une marche directe, c'est-à-dire, d'occident en orient. On nota les instans de l'année où ces trois circonstances avaient lieu, savoir : le

repos, le mouvement direct et le mouvement rétrograde. La science nous a appris que ces stations et rétrogradations n'étaient que des apparences dues au mouvement de la terre autour du soleil.

Satisfait du monvement qu'on venait d'étudier, on voulut ensuite s'assurer à quelle distance il avait lieu de la terre : on en jugea par l'éclat de la lumière, et surtout par la vitesse du mouvement de chacune des cinq premières planètes, car les anciens n'avaient pas d'instrumens assez parfaits pour mesurer cette distance, ou prendre ce que les astronomes appellent la parallaxe, et dont nous parlerons tout-à-l'heure. Saturne, étant pour les anciens la moins brillante des planètes, se mouvant avec le plus de lenteur, et devant avoir, par conséquent, le plus grand cercle à parcourir, on la mit le plus loin de toutes. Vint ensuite Jupiter, puis Mars, d'après le degré de leurs vitesses. Il ne restait plus à placer que Vénus et Mercure. Ces deux dernières planètes embarrassèrent long-temps les anciens qui les voyaient devancer le soleil et se montrer avant son lever, tantôt le suivre et

se lever le soir après son coucher dans les flots; et elles semblaient avoir une vitesse égale entre elles ; on les trouvait seulement plus éloignées que la lune. On les mit au-dessus, au-dessous, puis à droite et à gauche du soleil, et on finit par se persuader qu'elles entouraient le soleil et qu'elles tournaient autour de lui. Cette opinion, il est vrai, ne fut point générale, et d'ailleurs on ne décida rien sur la question de la distance, question qui ne fut résolue que par la mesure des angles ou par les parallaxes.

La *parallaxe* est la différence entre le lieu où un astre paraît, vu de la surface de la terre, et celui où il nous paraîtrait si nous étions au centre de la terre; ou bien c'est l'angle sous lequel on verrait du centre de l'astre le rayon terrestre qui correspond à deux observateurs placés à deux endroits différens de la terre; c'est l'inclinaison de deux lignes qui partent du centre et de la surface, pour aller se réunir au centre de l'astre, ou plus simplement encore, c'est l'angle sous lequel, d'un astre, on verrait l'orbite de la terre. Ce mot vient du grec *parallaxis*, transmutatio, differentia; la parallaxe produit en effet un *changement* dans

la situation apparente de l'astre. Bailly donne sur la parallaxe une explication extrêmement claire et qu'il importe de consigner ici :

« Un des grands avantages du système de » Copernic fut de mesurer les distances des » planètes. On peut établir des rapports de » grandeur entre les différens orbes, enchaîner » ces rapports par une mesure commune, en » tirer la dimension de tout le système pla- » nétaire et la grandeur réelle de l'univers. » Nous avons dit que ces connaissances ne » pouvaient s'acquérir que par le mouvement » de la terre et par des stations successives » dans un cercle du monde. Si d'un lieu quel- » conque vous regardez un objet éloigné, à » travers une campagne nue, le rayon visuel » qui s'étend de votre œil à l'objet ne peut » vous faire connaître sa distance ; vous n'en » aurez point d'idée tant que vous resterez à » la même place : mais si vous avancez vers la » droite ou la gauche, vous verrez alors de côté » la distance de votre premier poste à l'objet » éloigné ; vous pourrez comparer cette dis- » tance au chemin que vous avez parcouru en » vous écartant, et ce chemin, mesuré par vos

» pas, vous donnera l'idée de la distance que
» vous n'avez pas parcourue. Cette estimation
» sera d'autant plus exacte que vous aurez le
» coup-d'œil plus juste. Mais quand les sciences
» se perfectionnent, quand les instrumens sont
» inventés, il n'est plus question d'estimation,
» il faut des mesures. Alors vous remarquerez
» que l'objet, vu de votre second poste, ne
» répond plus au même point de l'horizon. Ce
» changement de lieu de l'objet, qui vient
» uniquement de ce que vous avez changé de
» poste, vous l'appellerez parallaxe. On peut
» mesurer avec un instrument ce changement
» de lieu; la distance des objets s'en déduit
» facilement par la géométrie. C'est ainsi que la
» lune est vue au même instant en différens
» points du ciel, de différens lieux de la surface
» de la terre; Hipparque, qui remarqua cette
» variété d'aspects, en tira la connaissance de
» la distance de la lune. Mais cette parallaxe est
» d'autant plus petite que la distance de l'astre
» est plus grande; à mesure que l'astre s'éloigne,
» la terre diminue pour lui de grandeur; si la
» distance est considérable, la terre pourra
» devenir si petite qu'elle ne sera aperçue que

» comme un point. Tous les pas, que nous » autres hommes nous ferons sur sa surface, » seront insensibles, ne changeront point la » direction du rayon visuel; quelles que soient » nos courses sur le globe, l'objet restera constamment à la même place; c'est comme si » nous demeurions à notre premier poste, il n'y » a point de parallaxe et point d'idée de la distance. Hipparque s'arrêta après avoir trouvé » celle de la lune; toutes les autres planètes » avaient des parallaxes trop petites pour les » instrumens anciens. Hipparque et Ptolémée » en conclurent seulement que ces planètes » étaient fort éloignées.

» La terre étant supposée immobile, il eût » été heureux à l'homme d'en pouvoir sortir, » de s'élancer dans l'espace avec ses instrumens, pour s'éloigner de sa demeure, et » d'acquérir par un changement de lieu suffisant, par une parallaxe assez grande, la » notion exacte de la distance que lui refusait » le repos de la terre. Voilà précisément le » bienfait de Copernic; voilà le service qu'il » a rendu à l'esprit humain et aux sciences. » En restituant à la terre le mouvement qu'elle

» a reçu de l'auteur de la nature, l'homme se
» trouve transporté avec elle; il peut juger de
» l'étendue du monde par l'étendue de son
» voyage annuel. Ce ne sont plus de petits
» intervalles comme ceux qu'il parcourt sur
» un globe de neuf mille lieues de tour; il
» suit une circonférence dont plus de soixante
» millions de lieues font le diamètre. Voilà la
» base d'une grande parallaxe : et dans cette
» longue route on a des stations à choisir pour
» établir des mesures. A chaque pas que fait
» la terre dans son orbite, ce déplacement
» change l'apparence du lieu des planètes dans
» le ciel. Ces déplacemens accumulés forment
» des changemens sensibles. Il s'agit uniquement
» de bien connaître le mouvement propre de la
» planète, de bien établir à chaque instant le
» lieu où elle est vue du soleil, et en com-
» parant ce lieu avec le lieu observé de la
» terre, on a la différence, l'altération qui
» résulte du déplacement de notre globe. C'est
» une véritable parallaxe que nous nommons
» *parallaxe du grand orbe, parallaxe de l'orbe*
» *annuel.* Cette parallaxe est d'autant plus
» petite que la planète est plus éloignée; mais

» la moindre est de plusieurs degrés. Copernic
» en conclut le rapport de la distance de
» chaque planète au rayon de l'orbe de la terre,
» c'est-à-dire à l'intervalle qui sépare la terre
» du soleil. C'est le module des distances de
» toutes les planètes. Il eut donc les rapports
» de ces distances et une échelle de grandeurs
» depuis la coudée, la toise, la lieue jusqu'au
» rayon du globe; depuis ce rayon du globe
» jusqu'au rayon de son orbe annuel, et enfin
» depuis le rayon de cet orbe jusqu'aux dis-
» tances des autres planètes qui composent
» notre système solaire. »

Ce grand rayon de soixante millions de lieues tracé par l'orbite de la terre, rayon que les calculs postérieurs ont augmenté de neuf millions, ce qui le porte à soixante-neuf millions de lieues, rayon qui a permis de mesurer exactement les distances respectives des planètes, est extrêmement petit, lorsqu'on l'applique au soleil; d'où il faut conclure le prodigieux éloignement de cet astre à la terre. Un spectateur placé dans le soleil ne verrait le rayon du disque apparent de la terre que sous

un angle de huit secondes. Si le même spectateur se transportait sur une des plus brillantes étoiles, Sirius par exemple, et, de cet éloignement, fixait le rayon de l'orbe terrestre qui a plus de soixante-neuf millions de lieues d'étendue, il lui paraîtrait insensible ; d'où l'on est forcé de tirer cette conséquence que les étoiles n'ont point de parallaxe, et que leur distance échappe à nos mesures.

La parallaxe est toujours nulle pour un astre qui paraît au zénith, parce qu'alors cet astre répond toujours au même point du ciel, soit qu'on regarde du centre de la terre, soit qu'on regarde de la surface. Si l'astre ne répond pas au même point du ciel que le zénith, et se montre sur une ligne horizontale, de manière que les deux lignes tirées l'une du centre, l'autre d'un point de la surface de la terre, se croisent à leur rencontre et puis s'écartent toujours à mesure qu'elles se prolongent, pour aller joindre deux points différens dans la région des étoiles, il en résulte deux situations différentes, un angle plus ou moins ouvert, et par conséquent parallaxe ou changement,

puisque l'astre, vu de la surface de la terre, n'est pas rapporté au même point du ciel, où on le verrait si on était placé au centre.

La *parallaxe* sera *horizontale*, si le lieu apparent de l'astre qu'on observe est sur l'horizon apparent. Elle est dite *annuelle*, quand elle comprend le grand orbe terrestre ; c'est alors la différence de la longitude héliocentrique, c'est-à-dire, vue du centre du soleil ; et de la longitude géocentrique, c'est-à-dire, vue du centre de la terre : ou bien l'angle formé dans le plan de l'écliptique par les deux éloignemens d'une planète au soleil et à la terre.

La parallaxe est la même chose que le demi-diamètre apparent de la terre, pour un observateur qui serait placé au centre d'une autre planète ; plus l'astre s'éloigne, plus il diminue de grandeur apparente, mais à distances égales, les dimensions demeurent dans le même rapport que les diamètres.

L'effet de la parallaxe est d'abaisser les astres et de les faire paraître moins élevés qu'ils ne sont, tandis que la réfraction les élève, au contraire, et les fait croire plus haut qu'ils ne

sont réellement. La quantité dont la parallaxe les abaisse, est d'autant plus considérable qu'ils seront plus près de l'horizon ; c'est là que l'abaissement est le plus grand possible, et c'est alors qu'il y a le plus de différence entre le vrai lieu et le lieu apparent.

La grandeur de la parallaxe dépend non-seulement de la distance au zénith, mais encore de la distance réelle de l'astre de la terre. Naturellement deux astres, bien que sur le même horizon, devront avoir une parallaxe différente : et le plus rapproché de la terre en aura une plus grande que le plus éloigné. Ainsi, à mesure que la distance augmente, comme nous l'avons déjà fait observer plus haut, l'angle parallactique diminue, au point qu'il finit par être nul, comme cela a lieu pour les étoiles, dont la distance à la terre est incommensurable : deux lignes venant, l'une du centre de la terre, l'autre d'un point de sa surface, et dirigées toutes deux vers une étoile, sont en effet parallèles entre elles, et se confondent en une seule et même ligne en arrivant au même point du ciel sur l'étoile observée. Déjà nous avons

dit tout à l'heure que le soleil n'avait lui-même qu'une parallaxe de huit secondes.

Quand la planète ou l'astre se trouve à l'horizon, ou former angle droit, c'est le cas de la parallaxe horizontale; mais si l'astre se trouve plus rapproché du zénith, en sorte que la distance se change en un angle aigu, la parallaxe devenant plus petite s'appellera *parallaxe de hauteur,* laquelle égale le produit de la parallaxe horizontale, par la ligne droite de la distance au zénith. Nous avons donc ainsi une parallaxe annuelle, qui a rapport à l'altération de déplacement du grand orbe terrestre; une parallaxe horizontale, qui regarde l'altération de déplacement des astres sur l'horizon apparent; et une parallaxe de hauteur, pour les astres plus rapprochés du zénith. On trouvera dans la planche II, plusieurs figures de parallaxes, et leur explication à la suite.

Examinons maintenant la théorie du mouvement des planètes autour du soleil; c'est un point sur lequel la lettre sixième a promis dans les notes quelques éclaircissemens.

Copernic, en déplaçant la terre du centre

où les anciens l'avaient mise, et en la faisant tourner avec les autres planètes autour du soleil, avait sans doute opéré une grande révolution dans la science ; mais il ne l'avait point dégagée de tous ses préjugés ; il avait conservé les mouvemens circulaires ; il y croyait encore ; et il ne traçait point d'ailleurs la marche rigoureuse des planètes autour de leur foyer central : il se bornait à indiquer le fait du mouvement circulaire. Il restait donc à en déduire les lois ; elles furent trouvées par le brillant Képler, que l'on doit regarder comme le vrai fondateur de l'astronomie moderne, parce que notre supériorité dans la science date de l'établissement de ses trois lois célèbres ; savoir : 1° que les orbites des planètes sont des ellipses dont le soleil occupe un des foyers ; 2° qu'elles décrivent ces ellipses avec des vitesses telles que les aires ou surfaces sont proportionnelles aux temps ; et 3° que les carrés des temps de leurs révolutions sont comme les cubes de leurs distances au soleil.

Il lui fallut long-temps pour obtenir de si sublimes résultats. Les grandes observations de

Tycho-Brahé le servirent puissamment ; mais il n'adopta de l'astronome danois que les théories dont il voyait lui-même les causes ; et telle était la grandeur précoce de son génie, qu'à peine à sa trentième année il avait déjà toutes les idées supérieures de la maturité. En calculant les différentes positions de la planète de Mars, Képler fut étonné des inégalités nombreuses de sa marche, et encore plus de celles de sa distance ; il vit que cette planète ne décrivait point un cercle, mais une ellipse ; il l'observa surtout à l'aphélie et au périhélie, puis à trois autres positions de l'orbite, entre ces deux points de la ligne des apsides. Les distances qu'il trouva étaient plus petites qu'elles n'eussent été dans une orbite circulaire. Il reconnut en outre que les deux extrémités diamétralement opposées de l'ellipse, étaient un peu aplaties, et que le soleil n'était pas au milieu juste, mais à l'un des foyers de cette courbe. Pour obtenir ce résultat, il avait recommencé jusqu'à soixante fois des calculs qui, chaque fois, occupaient plus de dix pages in-folio. Ainsi, plus de sept cents pages de calculs difficiles et arides avaient

dû précéder l'évidence du principe. L'obligation d'établir deux foyers découlait de celle de représenter non-seulement la longitude, mais encore la latitude de la planète, et il fallait couper en deux son excentricité et déplacer le centre d'égalité parfaite. Il posa dès lors cette première loi, que *les orbites planétaires sont des ellipses dont le soleil occupe un des foyers.* On verra dans la planche II une figure de l'ellipse et son explication.

Ce n'était pas assez d'avoir trouvé la véritable forme des orbites planétaires, Képler voulut chercher la cause de cette forme ; il crut la reconnaître dans une force magnétique dont le soleil lui paraissait doué, et qui forçait les planètes à renoncer aux routes directes que leur mouvement primitif leur avait imprimées, et à décrire une courbe, pour obéir à l'aimant solaire qui les attirait vers lui, et qui les empêchait de s'en éloigner davantage à une distance marquée. On voit ainsi que le génie de Képler avait deviné, à trente ans, ce que le grand Newton, à vingt-quatre, allait offrir et démontrer en théorie quatre-vingts ans

plus tard. Nous aurons occasion de revenir sur l'ellipse planétaire, lorsque nous parlerons de la pesanteur universelle, et nous verrons comment cette ellipse est produite par les deux forces centrale et centrifuge.

La route des planètes une fois tracée, il s'agissait d'établir la loi des inégalités de leur marche, puisqu'il était déjà reconnu qu'elles se mouvaient d'une manière inégale, avec une vitesse plus grande lorsqu'elles se rapprochaient du soleil, et plus petite lorsqu'elles s'en éloignaient. Képler trouva qu'*elles décrivaient des aires proportionnelles aux temps*; découverte importante et qui devint sa seconde loi. Il ne put la prouver d'une manière très-complète, puisqu'il n'avait pu, comme Newton le fit près d'un siècle plus tard, peser les forces qui attirent et qui éloignent un corps; mais déjà sa première loi sur l'ellipse l'avait amené à des données assez précises; il avait vu, par ses observations sur la planète de Mars, qu'elle employait plus de temps dans son aphélie à parcourir un même arc, ce qui lui fit penser que plus elle était loin du centre du soleil,

moins la force motrice avait d'empire sur elle; qu'ainsi, allant plus vite à son périhélie et moins vite à son aphélie, si dans son aphélie elle décrivait une moins grande portion de l'orbite, la surface du trajet avait la même capacité, de cette orbite à l'excentricité, que la surface de l'orbite près du périhélie, dont le trajet était plus grand, sans doute, mais la distance à l'excentricité beaucoup moins forte; d'où résultait compensation, et la loi que les aires décrites par les rayons vecteurs étaient proportionnelles aux temps. Une figure de la planche II vous offrira ces deux espèces d'aires ou de surfaces, et vous verrez que si l'une est plus courte, elle est plus large; et que si l'autre est plus longue, elle a moins de largeur; le temps employé à les décrire sera le même pour l'une que pour l'autre, parce que si le trajet est plus considérable dans l'une, la distance y est moindre, et que si le trajet est moindre dans l'autre, la distance y est beaucoup plus grande: les choses alors sont égales. Cette vérité recevra toute sa force quand nous traiterons de la pesanteur universelle. Képler sentit seulement

que la diminution de vitesse devait provenir de la diminution de la force motrice, et mesurant cette perte de vitesse par l'augmentation de distance, il établit la proportion de sa deuxième loi, en substituant les aires au temps, et il entendait par le mot *aire* un espace enfermé entre deux rayons menés du centre, et l'arc qu'ils embrassent.

Képler venait de montrer que le soleil était l'essieu du monde, et que les planètes roulaient autour de lui comme les rayons d'une roue sur l'essieu même; il ne s'arrêta point à ses deux premières lois, qui eussent été incomplètes; il voyait les planètes accomplissant autour du soleil des révolutions d'autant plus longues que leurs orbites avaient plus d'étendue; il chercha long-temps s'il n'y avait pas une relation entre le diamètre de ces orbites, et le temps employé à les parcourir; il fut assez heureux pour trouver ce rapport, et il posa sa troisième loi, en disant que *les carrés des temps des révolutions planétaires sont entre eux comme les cubes des distances au soleil, ou des grands axes des orbites.*

Pour expliquer cette dernière loi, il faut d'abord en définir deux termes, le carré et le cube. Le *carré* d'un nombre est le produit de ce nombre multiplié par lui-même : ainsi, 4 est le carré de 2 ; 9 est le carré de 3 ; 81 est le carré de 9. La *racine carrée* est le nombre qui a produit le carré : 2 est la racine carrée de 4 ; 3 celle de 9 ; 9 celle de 81. Le *cube* d'un nombre est le produit de ce nombre multiplié deux fois par lui-même : 8 est le cube de 2 ; 27 celui de 3 ; 64 celui de 4. La *racine cubique* est le nombre qui a produit le cube : 2 est la racine cubique de 8 ; 3 celle de 27 ; 4 celle de 64. Comparons maintenant les carrés des révolutions avec les cubes des distances de deux planètes, comme, par exemple, notre globe et celui de Jupiter.

La terre fait sa révolution autour du soleil en 365 jours $\frac{1}{4}$, et Jupiter en 3,332 jours $\frac{1}{2}$: faisant le carré de ces deux nombres, nous obtenons pour la terre un total de 133,407, et pour Jupiter 18,769,112. La division de l'un par l'autre nous donne 140 ; ils sont donc dans le rapport de 1 à 140, c'est-à-dire que le carré du temps périodique de Jupiter est 140 fois

plus grand que le carré du temps périodique de la terre.

La terre est à 35 millions de lieues du soleil, et Jupiter à 179 millions. Ces deux distances sont entre elles comme 10 est à 52, et leurs cubes comme 1 est à 140. Le rapport exact du cube de ces deux nombres 10 et 52 serait :: 1000 : 140,608. Si, en effet, je multiplie 52 par 52, et le produit de ce total encore par 52, j'aurai pour total général 140,608. On peut diviser les deux termes d'un rapport par un même nombre, sans changer le rapport, et par approximation je regarde le rapport comme étant de 1000 : 140,600. Divisant par 100 j'ai :: 10 : 1,406; si je prends :: 1000 : 140,000, divisant par 1000, j'aurai :: 1 : 140, qui est le rapport du cube de la distance de la terre au soleil, au cube de la distance de Jupiter au soleil.

Ainsi le carré du temps employé par la terre à parcourir son orbite, est au carré du temps employé par Jupiter à parcourir la sienne, comme le cube du grand axe de l'ellipse parcourue par la terre est au cube du grand axe de l'ellipse parcourue par Jupiter, pendant une ré-

volution totale pour les deux, c'est-à-dire jusqu'à ce que les deux planètes soient revenues au même point; et le carré du temps de révolution de Jupiter étant 140 fois plus grand que le carré de la révolution périodique de la terre, de même que le cube de la distance moyenne de Jupiter au soleil est de 140 fois plus grand que le cube de la distance moyenne de la terre, il en résulte égalité de rapports.

Cette troisième loi du mouvement des corps célestes, qui fut basée sur les révolutions des planètes, se vérifie également sur tous leurs satellites, et même sur les comètes : ainsi Képler avait déjà donné des lois aux satellites qu'il ignorait encore, et aux comètes, dont la nature et la marche étaient de son temps tout-à-fait inconnues.

Après avoir déduit les lois du mouvement des planètes, Képler, dont le génie aimait à rendre les grandes vérités familières, chercha dans les objets qui nous environnent des termes de rapport avec la densité des masses planétaires, et fut assez heureux pour trouver ces rapports, en comparant Saturne au diamant, Jupiter à l'ai-

mant, Mars au fer, la Terre à l'argent, Vénus au plomb, Mercure au vif-argent, et le Soleil à l'or. A la rigueur, on pourrait contester toutes ces similitudes, spécialement la densité de l'or avec la masse solaire; mais ces comparaisons ingénieuses doivent trouver grâce devant une physique plus sévère, puisque du temps de Képler les sciences exactes n'étaient pas encore très-avancées.

En pénétrant dans les mystères de la nature, et en recherchant les propriétés de la chaleur terrestre, M. de Buffon a cru y trouver des traits de ressemblance avec celle des planètes. Il pense qu'elles ont été, comme la terre, primitivement liquides et brûlantes; que leur refroidissement s'est opéré très-lentement à cause de leur volume, et que c'étaient d'autres soleils qui se sont éteints progressivement, ou bien que les planètes ont été à la fois détachées du soleil; qu'alors l'inflammation a cessé; qu'elles ont durci dès ce moment et se sont refroidies en proportion de leurs masses respectives. Peut-être alors que les plus grosses, comme celles de Jupiter et Saturne, sont encore brûlantes. Quant

à la terre, il paraît démontré qu'elle a encore dans son sein une chaleur propre, qui proviendrait ainsi de la chaleur primitive dont le moteur suprême l'avait douée comme les autres planètes. L'intérêt que présente une si grande question nous engagera probablement à y revenir lorsque nous traiterons de la physique terrestre.

LETTRE VII.

EXAMEN DES PLANÈTES ET DE LEURS SATELLITES.

Planètes inférieures : Mercure et Vénus. Planètes supérieures : Mars, Cérès, Pallas, Junon, Vesta, Jupiter, Saturne et Uranus. Satellites de Jupiter, de Saturne et d'Uranus. Les planètes sont-elles habitées ?

C'est peu de discourir en termes généraux,
Il faut de traits choisis animer ses tableaux ;
Les vagues résumés rarement nous instruisent,
Mais de piquans détails éclairent et séduisent.
Le sauvage lui-même aux plus lointains climats (1),
Trace dans sa chanson grossière et monotone,
Tout ce que sa demeure offre pour lui d'appas,
Le sol qui le nourrit, la mer qui l'environne.

(1) Ce vers et les suivans sont de La Harpe.

L'Iroquois peint en vers sa chasse et ses filets,
Et sans cesse ramène, en son refrain barbare,
Le castor de ses lacs et l'ours de ses forêts.
Insensible aux rigueurs de la nature avare,
L'habitant de Torno, dans sa hutte enfumé,
Chante aussi son pays dont il est seul charmé,
Et ses rennes légers, coursiers de Laponie,
Emportant un traîneau sur la neige aplanie.
Aux bords du Groëndland, le pêcheur exilé
Vante dans son langage, en couplets modulés,
Ses traits et ses harpons, leur atteinte fatale
Aux colosses pesant sur la mer boréale,
Et les flots revomis de leurs larges naseaux,
Et leur sang qui s'épanche en rougissant les eaux.

Après vous avoir soumis, dans ma lettre précédente, des considérations générales sur les planètes, je dois maintenant vous offrir les détails qui ont rapport à chacune d'elles; ce qui ensuite me conduira nécessairement à vous parler de leurs satellites.

PLANÈTES INFÉRIEURES.

MERCURE.

Mais que vois-je? quelle est cette sphère brillante,
Dont le rapide cours, l'activité brûlante,

L'entraîne autour du char de l'astre lumineux,
De qui seul elle tient sont éclat et ses feux?
Du roi de l'univers ce premier satellite,
Près de son trône ardent, a placé son orbite;
Des rayons du soleil sans cesse environné,
Il voit son cours entier en trois mois terminé.
Du messager des dieux, de l'agile Mercure,
Je connais à ces traits la marche et la figure.
Son caducée ailé, signe de sa grandeur,
De son premier emploi nous désigne l'honneur.
Mais fixé maintenant à la céleste voûte,
Vers les terrestres lieux il ne prend plus sa route;
Sans cesse du soleil le flambeau radieux
Enveloppe son front, le dérobe à nos yeux.
Cependant on saisit sa fugitive sphère,
Et perçant à travers sa brillante atmosphère,
Aidé du télescope, un œil observateur
Le suit, et de son cours mesure la splendeur.

(Ricard.)

Cette planète, la plus voisine du soleil, a reçu le nom de Mercure, soit parce que Mercure, chez les anciens, était le messager, le confident des dieux, soit parce que le nom de Mercure, comme planète, signifierait en grec, étincelant. C'est un petit globe de onze cent trente lieues de diamètre, gros d'environ un quinzième de la

terre (1), placé à treize millions trois cent mille lieues du soleil, dont il s'écarte d'environ vingt-deux degrés dans sa révolution elliptique de quatre-vingt-sept jours autour du même astre, et dont il se rapproche souvent jusqu'à sept millions de lieues. Sa plus petite distance à la terre est de vingt-un millions de lieues; sa distance moyenne, de trente-quatre millions; et sa plus grande, de quarante-sept millions. Comme cette planète est souvent plongée dans les rayons solaires, nous ne l'apercevons que très-rarement sans lunette; Copernic mourut avec le vif regret de ne l'avoir jamais vue. Quand elle est assez loin du

(1) M. Tilorier, dans son *Système universel*, pense qu'il faudrait à-peu-près sept planètes comme Mercure pour équivaloir au poids de la terre; mais que si l'on prenait une portion de la matière de la terre pour en former un globe aussi gros que Mercure, il faudrait mettre dans la balance plus de deux globes semblables pour équivaloir au poids du globe de Mercure : ce qui prouverait que, s'il est plus petit que la terre, il est plus dense qu'elle.

soleil, c'est-à-dire dans son élongation ou sa digression, elle est visible le soir, après le coucher, ou le matin avant le lever du soleil. Elle est tantôt à la droite et tantôt à la gauche de cet astre, et ne fait des deux côtés que des oscillations plus ou moins régulières.

« Quelquefois, dit M. de La Place, dans » l'intervalle de la disparition de cette pla- » nète, le soir, à sa réapparition, le matin, » on voit la planète se projeter sur le dis- » que du soleil, sous la forme d'une tache » noire, qui décrit une corde de disque. » Ces passages de Mercure sont de véri- » tables éclipses annulaires du soleil, qui » nous prouvent que cette planète en em- » prunte sa lumière. Vue dans de fortes » lunettes, elle présente des phases ana- » logues aux phases de la lune, dirigées » comme elles vers le soleil, et dont l'é- » tendue variable suivant sa position par » rapport à cet astre, et suivant la direc- » tion de son mouvement, répand une

» grande lumière sur la nature de son
» orbite. »

Newton a reconnu que dans Mercure la chaleur et la lumière sont sept fois plus intenses et plus vives que sur la terre, au milieu de son été, température supérieure à l'eau bouillante. On a observé sur cette planète des montagnes de plus de trente mille pieds d'élévation. L'équateur de Mercure paraît considérablement incliné sur son orbite, et peut faire présumer que ce globe est sujet aux plus grandes vicissitudes de saisons et aux plus grandes variations de jours et de nuits.

S'il y a des habitans dans cette planète, ils doivent être formés d'une autre nature que nous, car étant deux fois et demi plus près du soleil, ils doivent en être pour ainsi dire dévorés. « Il faut, dit Fonte-
» nelle, qu'ils soient fous à force de viva-
» cité. Je crois, poursuit-il, qu'ils n'ont
» pas de mémoire, non plus que la plu-
» part des nègres; qu'ils ne font jamais

» de réflexion sur rien ; qu'ils n'agissent
» qu'à l'aventure et par des mouvemens
» subits, et qu'enfin *c'est dans Mercure que*
» *sont les petites-maisons de l'univers.* Ils
» voient le soleil au moins neuf fois plus
» grand que nous ne le voyons ; il leur en-
» voie une lumière si forte, que s'ils étaient
» ici, ils ne prendraient nos plus beaux
» jours que pour de très-faibles crépus-
» cules, et peut-être n'y pourraient-ils
» pas distinguer les objets ; et la chaleur à
» laquelle ils sont accoutumés est si exces-
» sive, que celle qu'il fait ici au fond de
» l'Afrique les glacerait. Apparemment
» notre fer, notre argent se fondraient
» chez eux ; et on ne les y verrait qu'en
» liqueur. Les gens de Mercure ne soup-
» çonneraient pas que ces liqueurs-là, qui
» sont peut-être leurs rivières, sont les
» corps les plus durs que l'on connaisse. »

VÉNUS.

Vénus présente les mêmes phénomènes que Mercure, mais avec des phases beaucoup plus sensibles, des oscillations plus étendues et d'une plus longue durée. La lumière que nous envoie cette belle planète est beaucoup plus blanche et plus vive que celle de tous les corps célestes qui brillent pendant la nuit, au point que dans certaines positions elle devient visible lors même que le soleil est encore au-dessus de l'horizon. Dans les nuits fort sombres, Vénus jette assez de lumière pour que les corps donnent une ombre sensible. Cette abondance de lumière de Vénus provient sans doute de ce qu'elle est peu loin du soleil et de nous, et que sa surface est plus propre à réfléchir les rayons lumineux. Son volume et son voisinage de la terre, à certaines époques, la rendent si brillante, qu'on la voit en plein

jour. On estime qu'elle répand alors autant de lumière que vingt étoiles de première grandeur. On ne l'aperçoit que durant trois ou quatre heures au plus, soit le matin, vers l'orient, ou le soir, à l'occident. Cette double apparition du soir et du matin fit prendre long-temps la planète de Vénus pour deux étoiles différentes, qu'on appelait, celle du matin, *Lucifer;* et celle du soir, *Vesper*, ou l'*étoile du berger*.

Lucifer est ce dieu qui, dès l'aube du jour,
Précède du soleil la jeune avant-courrière.

(DUMOUSTIER.)

Lorsque du soir s'abaisse le brouillard,
Que de *Vesper* le fanal étincelle,
Que le troupeau s'achemine à pas lents.

(CAMPENON.)

Vesper s'avance, il va répandre
Cette clarté mobile et tendre
Qui semble caresser les yeux.

(LEBRUN.)

Mais les progrès de la science prouvè-

rent enfin que ces deux étoiles n'en étaient qu'une seule, placée comme Mercure tantôt à droite, tantôt à gauche du soleil.

La planète de Vénus a inspiré à Thompson, qui est le Saint-Lambert des Anglais, les vers suivans :

Sudden to heaven
Thence weary vision turns, where, leading soft
The silent hours of love, with purest ray
Sweet Venus shines, and from her genial rise,
When day-light sickens till it springs afresh,
Unrivall'd reigns, the fairest lamp of night.

(The Seasons.)

« La vue fatiguée retourne au ciel, où
» la douce Vénus brille de ses rayons les
» plus purs, amenant les heures tranquilles
» de l'amour. Son lever joyeux, du mo-
» ment où la lumière du jour languit et
» s'efface, jusqu'à l'instant où elle renaît,
» annonce le règne de la plus belle lampe
» de la nuit. »

La même planète a fait aussi trouver des

détails heureux à l'auteur du poème de la *Sphère :*

Les grâces de son front, sa douce majesté,
Annoncent de Vénus la céleste beauté.
Voisine du soleil qui l'éclaire et l'enflamme,
Seule elle peut darder la scintillante flamme
Que ces astres semés dans l'espace des cieux,
Dans l'ombre de la nuit, font briller à nos yeux.....
Tantôt, lorsque Phébus termine sa carrière,
Et que déjà du ciel il atteint la barrière,
On la voit sur ses pas briller au haut des airs,
Et des feux les plus purs éclairer l'univers.
En vain nous la tentons par un folâtre hommage;
Ce n'est plus de Paphos la déesse volage;
La céleste Vénus, fidèle à son devoir,
Précipite sa course, et trompe notre espoir.
Dans les beaux jours d'été l'étoile matinale
De l'aube au teint vermeil se montre la rivale;
Les heures sont encor dans les bras du sommeil,
Et n'ont pas attelé les coursiers du soleil,
Que Vénus, prévenant le lever de l'aurore,
Vient donner le signal au jour qui doit éclore;
Par l'éclat de ses feux le berger averti
Arrache au doux repos son corps appesanti.

(RICARD.)

Le diamètre de Vénus est presque celui de la terre, qui est un neuvième plus grosse. La moyenne distance de Vénus

au soleil est de vingt-quatre millions neuf cent soixante-six mille lieues. Sa plus petite distance de la terre est de neuf millions cinq cent mille lieues ; sa moyenne est de trente-quatre millions ; et sa plus grande est de cinquante-neuf millions de lieues. Vénus tourne sur elle-même en vingt-trois heures, ce qui lui donne des jours et des nuits presque semblables aux nôtres ; elle tourne autour du soleil en deux cent vingt-cinq jours, ou sept mois et demi. Sur la surface de Vénus, la chaleur et la lumière sont deux fois plus grandes que sur notre globe, climat très-favorable aux amours, suivant Fontenelle.

« Les gens de Vénus, dit-il, entendent
» très-bien la galanterie, et leurs conver-
» sations les plus communes valent les plus
» belles de Clélie. Nos Mores grenadins,
» petit peuple noir, brûlé du soleil, plein
» d'esprit et de feu, toujours amoureux,
» faisant des vers, aimant la musique,

» inventant tous les jours des fêtes, des
» danses, des tournois, ne seraient auprès
» des habitans de Vénus que des Lapons
» et des Groënlandais pour la froideur et
» la stupidité. »

Les passages de Vénus sur le disque du soleil, quoique bien peu fréquens, ont offert le moyen de mesurer avec plus de précision la parallaxe du soleil. Vénus est environnée d'une atmosphère à peu près aussi dense que l'atmosphère terrestre, avec des crépuscules analogues, et elle a des montagnes cinq fois plus hautes que les plus hautes montagnes de la terre ; c'est un amas de rochers entassés et élevés les uns sur les autres ; et quand le soleil les éclaire, ils réfléchissent une lumière éclatante qui permet de croire qu'ils sont couverts de neige.

Voilà les détails les plus saillans qui regardent les deux planètes inférieures ; nous passerons maintenant aux planètes supérieures.

PLANÈTES SUPÉRIEURES.

MARS.

Son corps, que du soleil ralentit la distance,
Avec peine en deux ans parcourt son orbe immense.
Des astres de la nuit et des globes errans
Il n'a point la blancheur ou les feux éclatans ;
Sa pâleur que nuance une rougeur obscure,
Sans peine à tous les yeux distingue sa figure :
Empreinte sur son front, cette sombre couleur,
Du dieu dont les guerriers admirent la valeur,
Nous peint la cruauté, la fureur homicide,
Et du sang des humains sa soif toujours avide.

(RICARD.)

La planète de Mars est la moins distante des planètes supérieures ; elle est à cinquante-deux millions six cent treize mille lieues du soleil. Sa plus petite distance à la terre est de dix-sept millions ; sa moyenne, de trente-deux millions ; et sa plus grande, de quatre-vingt-six millions de lieues. Son diamètre est de douze cent quatre-vingt-

douze lieues, un peu plus de la moitié de celui de la terre; sa grosseur en est un septième, et sa surface le tiers. L'inclinaison de son orbite au plan de l'écliptique est d'un degré cinquante secondes. Le globe de Mars ne paraît jamais en croissant, comme ceux de Vénus et de Mercure, parce qu'il est à une plus grande distance du soleil; mais il prend une figure elliptique, et diminue de rondeur comme la lune, trois jours avant son plein. Les taches qu'on a observées sur cet astre ont confirmé sa rotation, qui a été fixée à vingt-quatre heures trente-neuf minutes. Herschel a vu ces taches très-distinctement, il y en avait de très-grandes vers les pôles, qui disparaissaient, et qu'il attribue à la glace fondue en été. Cette rotation de Mars en vingt-quatre heures et demie est très-lente, comparativement à celles des autres planètes; elle donne à Mars des nuits bien plus longues, et, comme il n'a point de lunes, ces nuits ont toujours

une obscurité aussi profonde que celle de nos nuits les plus noires.

Le disque de Mars ne présente que deux taches très-sensibles; elles sont assez grandes et placées à ses pôles; ce sont des parties qui paraissent un peu plus éclairées que le reste de sa surface, comme s'il y avait effectivement aux pôles de cette planète des masses de glace pareilles à celles qu'on trouve sur notre terre. La planète de Mars a, d'ailleurs, une lumière rougeâtre qui a fait présumer son atmosphère épaisse et nébuleuse.

Mars est très-désordonné dans sa course; il ne se meut point exactement sur le plan de l'écliptique; il s'en éloigne quelquefois de plusieurs degrés. Dans les oppositions, la planète est très-brillante; il en arrive tous les deux ans. En trente-deux ans, il y a quinze oppositions qui ont parcouru l'orbite entière. Lorsque Mars se rapproche du soleil, il présente des phases comme la lune; mais, je l'ai dit plus haut, elles n'ont

pas la forme d'un croissant, c'est celle d'un ovale plus ou moins allongé.

Malfilâtre a dit de cette planète :

. . . .
La terre suit : Mars, moins rapide,
D'un air sombre, s'avance et guide
Les pas tardifs de Jupiter.

(*Le Soleil fixe au milieu des planètes.*)

Entre Mars et Jupiter se meuvent quatre petites planètes récemment découvertes et que le génie de Képler avait déjà devinées. Ces nouveaux astres ont été appelés d'abord du nom des savans qui les avaient trouvés, et ensuite ont reçu, comme les anciennes planètes, des noms mythologiques ; on les nomme donc à présent *Cérès*, *Pallas*, *Junon*, *Vesta*. Ces quatre planètes secondaires ont entre elles de grandes ressemblances ; elles décrivent des orbites peu différentes par leur étendue, et marchent à peu près d'un pas égal, en s'écartant un peu du zodiaque ; elles se

ressemblent aussi par la petitesse de leur volume. Essayons de rappeler le peu que nous savons de particulier à chacune d'elles.

CÉRÈS.

La planète de Cérès fut découverte par Piazzi, à Palerme, en 1801. Elle n'a que vingt-cinq lieues de diamètre, largeur d'un degré terrestre ; ce diamètre est environ dix-sept fois moindre que celui de la terre, ou cinq fois plus petit que celui de la lune. Le volume de Cérès n'est également que le quart environ du volume de la lune. Elle fait sa révolution autour du soleil en quatre ans et demi. Sa distance au soleil est de quatre-vingt-quinze millions vingt-huit mille lieues. Cérès a étendu la zone du zodiaque, ou plutôt en a dépassé les limites ; elle suit majestueusement dans les plaines du vide une longue route au-delà des orbites de la Terre et de Mars.

PALLAS.

Cette planète secondaire, observée par Olbers, de Brémen, en 1802, est à quatre-vingt-quinze millions huit cent quatre-vingt-dix mille lieues du soleil ; elle a un diamètre d'environ cent lieues, et une révolution de quatre ans huit mois trois jours, révolution souvent troublée par celle de Jupiter, qui l'empêche de décrire exactement une ellipse. L'égalité très-rapprochée qui existe entre les deux distances moyennes de Pallas et Cérès au soleil et entre leurs révolutions périodiques autour de cet astre est assez remarquable ; ces deux planètes sont presque semblables également pour la grosseur apparente, mais leur inclinaison est très-différente, car celle de l'orbite de Cérès n'est que de dix degrés, tandis que celle de Pallas est de trente-huit degrés, ce qui a contraint les astronomes à élargir le zodiaque.

JUNON.

Junon, trouvée par Harding, de Berlin, en 1804, est à cent deux millions de lieues du soleil, et fait sa révolution autour de cet astre en quatre ans quatre mois dix jours ; elle a reçu pour caractère symbolique un sceptre surmonté d'une étoile. Elle est inclinée de treize degrés au plan de l'écliptique.

VESTA.

Enfin, la quatrième planète secondaire, laquelle est appelée Vesta, fut aperçue, le 29 mars 1807, par le même Olbers qui a trouvé Pallas. Elle est à quatre-vingt-quatre millions de lieues du soleil, distance beaucoup moindre que celle de Cérès, Pallas et Junon; elle est aussi moins sujette, dans sa révolution de quatre années, aux dérangemens causés par Jupiter. Cette

petite planète, qu'on ne saurait non plus que les trois autres apercevoir sans le secours d'un télescope, jette une lumière blanchâtre, et a une atmosphère moins épaisse que celles de Cérès, Pallas et Junon. Le volume exigu de ces quatre planètes et leur proximité les unes des autres ont fait penser à quelques astronomes qu'elles pourraient être des fragmens d'une grande planète qu'une cause extraordinaire aurait brisée en différens morceaux à une époque bien reculée de nos traditions.

JUPITER.

La planète de Jupiter est la plus remarquable de toutes les planètes par l'éclat de sa lumière argentine qui surpasse quelquefois l'éclat de Vénus. Sa distance moyenne au soleil est de cent soixante-dix-neuf millions cinq cent soixante-quinze mille lieues. Sa plus petite distance à la terre est de cent quarante-quatre millions de lieues; sa

moyenne est de cent soixante-dix-huit millions, et sa plus grande, de deux cent dix millions de lieues. Cette planète est quatorze cents fois plus grosse que la terre. Son diamètre est de trente-trois mille cent vingt et une lieues; sa rotation sur son axe est de neuf heures cinquante-cinq minutes; sa révolution autour du soleil, de quatre mille trois cent trente-deux jours, ou d'environ douze ans. Ses nuits ont une durée à peu près égale à ses jours, dont le plus long est de cinq heures seulement. Les saisons de Jupiter sont également uniformes. Un corps doit tomber sur la surface de Jupiter avec une vitesse de trente-neuf pieds par seconde, vitesse plus que double de celle qui est imprimée à la chute des corps sur la surface terrestre. Les pôles de son globe sont très-aplatis, et ce globe est renflé en proportion vers l'équateur. Son atmosphère est très-dense, mais moins encore que celle de Mars.

« On remarque à la surface de Jupiter

» plusieurs bandes obscures, sensiblement
» parallèles entre elles et à l'écliptique.
» On y observe encore d'autres taches dont
» le mouvement a fait connaître la rotation
» de cette planète d'occident en orient.
» Les variations de quelques-unes de ces
» taches et les différences sensibles dans
» les durées de leurs mouvemens, donnent
» lieu de croire qu'elles ne sont point
» adhérentes à Jupiter : elles paraissent
» être autant de nuages que les vents trans-
» portent, avec différentes vitesses, dans
» une atmosphère très-agitée. »

(M. de la Place.)

Jupiter, qui est avec Vénus la plus brillante des planètes, est notamment très-éclatante lorsqu'elle se trouve en opposition ; l'impression que Jupiter produit alors sur nos yeux le fait paraître plus grand que Sirius. En général, il a un éclat serein qui contraste avec la rougeur de Mars, dont il est peu éloigné :

Sous cet aspect serein Jupiter se présente,
Et nous fait admirer sa blancheur éclatante,
Tandis que de son fils la sinistre rougeur,
Dans l'âme des mortels imprime la terrreur.

(RICARD.)

De même que la terre est escortée par la lune, Jupiter est accompagné dans sa route elliptique par quatre petits astres ou satellites qui ne le quittent point, et dont nous parlerons tout-à-l'heure.

SATURNE.

Mais Saturne exilé sur les confins des cieux,
M'appelle en ces déserts froids et silencieux,
Où loin de son berceau va mourir la lumière.
C'est là qu'il languirait dans sa lente carrière,
Si, la nuit, l'entourant d'un cortège enflammé,
Sept lunes n'éclairaient ce globe inanimé.
C'est peu : d'un double anneau l'écharpe lumineuse,
Rassemblant du soleil la lueur nébuleuse,
Unit, groupe ces feux et pâles et flottans,
Et les change bientôt en miroirs éclatans,
D'où Saturne reçoit et la flamme et la vie.

(M. DE CHÊNEDOLLÉ.)

Voilà sous quelle forme se présente Sa-

turne, à trois cent vingt-neuf millions deux cent trente-deux mille lieues du soleil (1), avec un volume mille fois plus gros que celui de la terre, un diamètre de vingt-sept mille cinq cent vingt-neuf lieues, et roulant sur soi-même en dix heures seize minutes, et autour du soleil en dix mille sept cent cinquante-huit jours, ou environ trente ans. A raison de sa grande distance, il ne nous envoie qu'une lumière pâle, livide et comme plombée; cette lumière a dû faire, en allée et retour, près de cinq cent millions de lieues pour arriver jusqu'à la terre, et un trajet presque double, à une si énorme distance, a dû singulièrement affaiblir son éclat. La chaleur et la lumière y sont quatre-vingt-dix fois plus faibles que sur notre globe.

(1) La plus petite distance de Saturne à la terre est de deux cent quatre-vingt-treize millions de lieues; sa distance moyenne est de trois cent vingt-sept millions, et sa plus grande distance est de trois cent soixante-deux millions de lieues.

L'anneau de Saturne est un corps opaque circulaire, large, mince et plat en apparence, qui le ceint par son milieu. D'abord il nous paraît sous la forme d'une ellipse qui s'aplatit de plus en plus et qu'on cesse enfin de voir. Seulement, dit M. Francœur, dont nous répétons ici l'explication qui nous semble claire, seulement, dit-il, « à l'aide de forts télescopes, on en aper» çoit la tranche qui est une ligne lumi» neuse. Ces apparences sont visiblement » l'effet des positions relatives de Saturne, » du soleil et de la terre, et s'accordent » très-bien avec l'aspect d'un disque cir» culaire, vu ou éclairé de différentes » manières. On en voit la surface, si ce » plan laisse du même côté le soleil et » la terre, mais s'il passe entre eux, sa » partie obscure est seule tournée vers » nous, et il est invisible; l'ombre de » l'anneau se projette sur la planète et » y forme une bande obscure; Saturne » porte aussi ombre sur l'anneau, ce

» qui prouve que ces deux corps sont
» opaques. »

L'anneau tourne comme Saturne en dix heures sur son axe, et conserve toujours le même parallélisme. Il est isolé, et laisse un espace vide entre Saturne et lui. En outre, il est formé de deux anneaux séparés l'un de l'autre, qui tournent ensemble sur eux-mêmes, quoiqu'isolés. Cet anneau fait quelquefois paraître la planète oblongue, quoiqu'à l'œil nu on ne puisse le remarquer; enfin il disparaît et reparaît tous les quinze ans, avec des circonstances plus ou moins différentes, et ces phénomènes ont lieu parce que le plan de l'anneau rencontre la terre ou le soleil. La largeur apparente de l'anneau et sa distance à la surface de Saturne sont l'une et l'autre à peu près le tiers du diamètre de cette planète; mais la largeur réelle est moindre, parce que l'irradiation augmente toujours le volume. Encore un mot sur l'anneau: c'est un corps solide plus large qu'épais,

suspendu autour de Saturne et au-dessus de son équateur ; les deux parties dont il est composé sont placées l'une au-dessus de l'autre, laissant entre elles, comme nous l'avons déjà dit, un assez large intervalle; et il disparaît lorsque son plan se dirige par la terre ou entre nous et le soleil, ou enfin quand il passe par le centre même du soleil. On estime à dix heures et demie la durée de révolution de l'anneau de Saturne, durée de la révolution d'un satellite qui serait à la même place. Nous parlerons tout-à-l'heure des sept satellites qui roulent autour du globe de Saturne. Citons encore sur cette planète les vers suivans de M. Ricard :

Surpassant les honneurs d'un fils ambitieux,
Saturne voit toujours de nombreux satellites,
Rangés autour de lui, parcourir leurs orbites.
Pour adoucir le sort de ce père outragé,
D'un plus rare bienfait les dieux l'ont partagé :
Son front est couronné d'un large diadème (1),

(1) L'anneau de Saturne.

Symbole glorieux de la grandeur suprême.
Pour ce roi dégradé que sont tous ces honneurs ?
Du rang qu'il a perdu signes vains et trompeurs ?
Tout ce qu'ont fait les dieux pour relever sa gloire
Pourrait-il effacer l'odieuse mémoire
De cet affront cruel qu'un fils usurpateur
D'une main criminelle a fait à son honneur ?
Son éclat importun, ses gardes, sa couronne,
Tout lui rappelle, hélas ! qu'il est chassé du trône,
Qu'il ne conserve plus qu'une ombre de grandeur,
Qu'un autre a le pouvoir qui seul flattait son cœur.
De le reprendre un jour il n'a plus l'espérance ;
Dans ses tristes pensers il suit son orbe immense :
Telle en est l'étendue, et tel l'éloignement,
Dans sa marche pénible il va si lentement,
Que du vaste contour que son orbite embrasse,
En six lustres à peine il achève l'espace.

URANUS.

Cette grande planète, que découvrit Herschel en 1781, sur les confins de l'empire solaire, bien au-delà de celle de Saturne, qu'on avait crue long-temps la dernière et la plus reculée de notre système planétaire, n'est pas visible sans lunette; elle prend trente mille six cent quatre-vingt-huit jours, ou plus de quatre-vingt-quatre ans, pour faire sa révolution autour du

soleil, dont elle est éloignée de six cent soixante-deux millions cent quatorze mille lieues. Sa plus petite distance de la terre est de six cent vingt et un million de lieues; sa distance moyenne en est de six cent cinquante-cinq millions, et sa plus grande de six cent quatre-vingt-neuf millions de lieues. Elle a au moins quatre-vingt-deux fois le volume de la terre. Son diamètre est de douze mille deux cent douze lieues. Elle parcourt un orbite de deux milliards quatre cent millions de lieues, en tournant sur elle-même en dix heures à peu près (1). Sa masse est à celle de la terre comme seize est à un. Le soleil doit lui paraître quatre

(1) M. Tilorier pense que l'aplatissement des pôles d'Uranus, combiné avec l'attraction de deux de ses satellites (dont l'orbite est presque perpendiculaire à son équateur), et avec l'attraction du soleil, doit lui procurer une précession d'équinoxes d'une lenteur telle que notre année de vingt-cinq mille neuf cent vingt ans, formerait peut-être à peine la valeur d'un jour dans la grande année d'Uranus.

cents fois moindre qu'à nous. Mais à cet éloignement prodigieux le créateur universel lui a donné six satellites qui l'accompagnent dans son cours et réfléchissent vers elle les rayons du soleil; c'est un dédommagement que Jupiter et Saturne avaient déjà reçu, et que le moteur suprême n'a point voulu refuser à la planète d'Uranus.

Une femme célèbre de l'Angleterre, et non moins chère à la France, madame Héléna-Maria WILLIAMS, a, une des premières, chanté l'apparition, ou pour mieux dire la découverte de ce globe nouveau : je ne citerai de son poème que la strophe suivante, en quelque sorte dérobée à sa modestie, aussi remarquable que son talent :

While meek Philosophy explores
Creation's vast extended round;
With piercing eye sublime she soars,
And burst the system's distant bound—
Lo ! in the dark, deep void of space
A new found world her glance can trace;
It moves majestic in its ample sphere,
Sheds its reflected light, and rolls its ling'ring year.

16.

Voici, dans notre langue, un faible équivalent de cette heureuse inspiration :

Mais la Philosophie, en sa veille assidue,
De la création explore l'étendue :
L'œil sublime, elle prend son vol audacieux,
Du système elle atteint la borne qui s'efface.
Quel est au loin, au loin, ce globe merveilleux,
Ce nouveau monde errant qui sillonne l'espace?
C'est Uranus ; il suit son cours majestueux,
Réfléchit sa clarté du soleil émanée,
Et roule lentement sa languissante année.

Un de nos premiers poètes vivans a aussi chanté la découverte d'Uranus ; et, comme il s'est appliqué davantage à faire l'éloge de l'astronome auquel nous la devons, vous ne serez point fâché de trouver ici cet éloge :

Mais quel monde nouveau soudain s'offre à ma vue?
Herschel voit, reconnaît l'étoile inattendue,
La suit, et dans les cieux faisant un nouveau pas,
D'Uranie étonnée agrandit le compas,
Et franchit le premier cet espace nocturne,
Borne de notre monde et trône de Saturne.
Saturne rapproché ne finit plus le ciel.
Si le fameux Génois dans son vol immortel,

Retrouvant cette terre au bout des mers cachée,
Et des trois parts du globe autrefois détachée,
Conquit un monde entier pour des maîtres ingrats,
Le nom d'Herschel un jour ne lui cédera pas.
Du moins il a nommé sa planète nouvelle.
Astre que depuis peu l'art savant nous révèle :
O toi ! nouveau rival de Mars et de Vénus,
O toi ! qui si long-temps des astres inconnus
Avais grossi la foule, innombrable, éloignée,
Astre légitimé, je te vois dans les cieux
Inscrire un nom mortel sur la liste des dieux.

(*Génie de l'homme.*)

Slop, astronome de Pise, donna le premier la forme précise de l'astre d'Herschel, dont il fixa le rang parmi les corps célestes. M. Desorgues a exprimé ce fait dans les six vers qui suivent :

En vain pour se cacher à son œil vigilant,
Uranus resserra son disque étincelant;
Il marqua sa distance et son orbe elliptique,
L'inclina d'un degré sur la ligne écliptique,
Et réglant pour jamais ses sinueux détours,
Au-delà de Saturne il dirigea son cours.

SATELLITES DES PLANÈTES.

Les satellites sont de petits corps opaques ou des lunes qui tournent autour des planètes, entraînés avec celles-ci dans leurs révolutions périodiques autour du soleil. Mercure, Vénus et Mars n'en ont pas, non plus que Cérès, Pallas, Junon et Vesta; mais la terre, Jupiter, Saturne et Uranus en sont dotés; la terre d'un, qui est notre lune; Jupiter de quatre; Saturne de sept, et Uranus de six. Le mouvement de rotation de tous ces satellites est à peu près égal à leur mouvement de révolution, de manière qu'ils présentent constamment le même hémisphère à leur planète.

Les *satellites de Jupiter* servent aux navigateurs à distinguer les longitudes en mer, et à reconnaître la position des différens pays. Galilée eut la gloire de les dé-

couvrir et de les révéler le premier à la terre :

Sitôt que, profitant des jours de l'ignorance,
Galilée eut enfin conquis, pour la science,
Ce tube merveilleux (1) fils brillant du hasard,
Dans les cieux inconnus allongeant son regard,
Il vit de *Jupiter* les lointains *satellites,*
Qui tous quatre asservis à des marches prescrites,
Se couvraient tour à tour d'un voile bienfaiteur.
« Ils conduiront, dit-il, le fier navigateur !
» Gardes de Jupiter, voilez votre lumière,
» Et des nochers ainsi protégez la carrière !
» Pilote, au front des cieux lis la route des mers ! »
Il dit. Dès-lors, fendant ces orageux déserts,
Et Cook et Lapeyrouse ont pu des mers de glace
Affronter sans péril l'éternelle menace;
Et dès-lors, en son cours, le commerce agrandi,
De l'étoile du nord aux bornes du midi,
Épanchant les tributs de son urne féconde,
Courut, en fleuve d'or, dans les veines du monde.

(M. de Chênedollé.)

La configuration des satellites de Jupiter est très-variable; ils oscillent de chaque côté de la planète, et, comme l'observe M. de la Place, « c'est par l'étendue en-

(1) La lunette d'approche.

» tière des oscillations que l'on détermine
» le rang de ces satellites, en nommant pre-
» mier satellite celui dont l'oscillation est
» la moins étendue.

» On les voit, ajoute le même savant,
» on les voit quelquefois passer sur le dis-
» que de Jupiter et y projeter leur ombre
» qui décrit alors une corde de ce disque :
» Jupiter et ses satellites sont donc des
» corps opaques, éclairés par le soleil. En
» s'interposant entre le soleil et Jupiter, les
» satellites forment sur cette planète de
» véritables éclipses de soleil parfaitement
» semblables à celles que la lune produit
» sur la terre. »

Les quatre satellites de Jupiter ne font qu'un seul tour sur leur axe dans une révolution entière autour de la planète ; ainsi, et nous l'avons déjà dit plus haut des satellites en général, leur rotation es tà peu près de même durée que leur révolution, laquelle est nécessairement différente pour chacun d'eux, comme

leurs distances respectives. Voici le temps de cette révolution et la distance d'après les calculs de M. Delambre :

	Durée de la révolution autour de Jupiter.				Distance moyenne à Jupiter.
1er satell.	1 j.	18 h.	28'	35"	5,698,491 lieues.
2e	3	13	17	53	9,066,548
3e	7	3	59	35	14,461,895
4e	16	18	5	7	25,439,500

On pourrait observer le passage des satellites de Jupiter sur le disque de la planète, comme on observe les passages de Mercure et de Vénus sur le disque du soleil; mais ces observations n'auraient point assez de certitude pour qu'il fût permis d'en assigner les momens précis. On sait néanmoins que le premier satellite s'éclipse régulièrement chaque 42 h. 28' 8"; le second, à peu près chaque 85 h. 18'; le troisième, tous les 7 jours 4 h.; et le quatrième, tous les 17 jours.

Les *satellites de Saturne*, au nombre de

sept, et bien plus petits que ceux de Jupiter, sont à peine visibles dans de grands télescopes. Ils tournent sensiblement autour de la planète dans le plan de l'anneau, à l'exception du septième satellite, lequel s'écarte d'environ trente degrés de ce plan qui est le même que celui de l'équateur de Saturne. La révolution de l'anneau, lequel est double, comme je l'ai expliqué en décrivant la planète, se fait en dix heures trente-deux minutes quinze secondes. Voici le temps de la révolution des satellites et leur distance moyenne à la planète.

	Révolution.				Distance.
1er satell.	» j.	22 h.	40'	4"	40,500 lieues (1).
2e	1	8	53	9	52,500
3e	1	21	18	54	64,500
4e	2	17	45	51	84,000
5e	4	12	27	55	117,000
6e	15	23	15	20	270,000
7e	79	22	3	12	783,000

(1) Les distances ont été converties en lieues sur

Le télescope saisit à peine le premier et le second satellites ; le troisième est un peu plus gros ; le quatrième un peu plus gros encore ; le cinquième est le plus gros de tous ; le sixième est le plus voisin de la planète, et plus petit que les cinq premiers, et le septième est plus intérieur encore. Les quatre premiers s'éclipsent en passant devant le globe de Saturne, ce qui permet de croire que cette planète a une atmosphère très-dense.

Les satellites de Saturne ont excité la verve de M. Gudin : quoi ! s'écrie-t-il,

Quoi ! sans compter l'anneau dont son disque est orné,
De sept lunes encor Saturne environné,
Dans ce grand appareil compte autant de sujettes,
Que l'astre qui l'éclaire entraîne de planètes !
Je crois voir un visir au fond de l'orient,
Éblouissant les yeux par un faste imposant,

les distances en secondes trouvées par M. Delambre, la seconde représentant ici environ quinze cents lieues, d'après le diamètre de Saturne, évaluée à 20". M. Delambre porte pour distances, 1er satellite 27" ; 2e 35" ; 3e 43" ; 4e 56 ; 5e 1' 18" ; 6e 3' ; 7e 8' 42".

S'efforcer d'égaler, du moins en apparence,
Le sultan qui de loin lui prête sa puissance.

Abandonnant son enthousiasme un peu froid, M. Gudin relève en prose l'inexactitude actuelle de ce vers de Voltaire,

Les seize orbes divers dans nos cieux contenus;

Et fait observer qu'Herschel en a découvert neuf autres, ce qui en donnerait vingt-cinq. Mais la comparaison de M. Gudin, sur les sept planètes, a également cessé d'être exacte, puisqu'en ce moment nous en comptons déjà onze. Qui sait si un de ces jours, à notre réveil, un astronome ne viendra pas encore en annoncer de nouvelles! Dans les sciences, le champ des découvertes est incommensurable, et le génie ne connaît pas de limites.

Il nous reste à parler des *satellites d'Uranus*. Comme leur planète, ils ont été découverts par le fameux Herschel. Il en vit d'abord deux en 1787, cinq ans

après la découverte de la planète elle-même ; par leur distance au centre de leurs mouvemens, ils étaient le deuxième et le quatrième. Il en trouva deux autres en 1790, lesquels par leur distance étaient le premier et le cinquième. Enfin, il découvrit les deux derniers, c'est-à-dire, le sixième et le troisième, en 1794. Voici le temps de leur révolution autour de la planète, et leur distance moyenne, en supposant, pour la distance, que celle du premier satellite à la planète est à peu près la même que celle de la lune à la terre.

	Révolution.		Distance.
1er satell.	5 jours.	21 heures.	86,000 lieues.
2e	8	17	113,520
3e	10	23	130,720
4e	13	1	143,920
5e	38	1	302,720
6e	107	16	605,444 (1)

(1) Les distances en secondes, évaluées par Herschel, sont : 1er satellite, 25" ; 2e 33" ; 3e 38" ; 4e 43" ; 5e 88" ; et 6e 176".

PLURALITÉ DES MONDES.

Essayons maintenant d'effleurer cette question si souvent agitée et toujours indécise : les *planètes sont-elles habitées?* « L'action bienfaisante du soleil fait éclore » les animaux et les plantes qui couvrent » la terre, et l'analogie nous porte à croire » qu'elle produit de semblables effets sur » les planètes ; car il n'est pas naturel de » penser que la matière dont nous voyons » la fécondité se développer en tant de » façons est stérile sur une aussi grosse » planète que Jupiter qui, comme le globe » terrestre, a ses jours, ses nuits et ses » années, et sur lequel les observations » indiquent des changemens qui supposent » des forces très-actives. L'homme fait » pour la température dont il jouit sur la » terre, ne pourrait pas, selon toute ap- » parence, vivre sur les autres planètes :

» mais ne doit-il pas y avoir une infinité
» d'organisations relatives aux diverses
» températures des globes de cet univers ?
» Si la seule différence des élémens et des
» climats met tant de variété dans les pro-
» ductions terrestres, combien plus doi-
» vent différer celles des diverses planètes
» et de leurs satellites ! L'imagination la
» plus active ne peut s'en former aucune
» idée ; mais leur existence est très-vrai-
» semblable. » (M. DE LA PLACE.)

Milton, qui était aussi bon astronome que grand poète, a la même opinion sur la pluralité des mondes, et il pense comme beaucoup d'autres que les planètes doivent être habitées : « Autrement, il faudrait
» supposer, dit-il, que le Créateur a jeté
» dans l'immensité de la nature une mul-
» titude de globes nus, déserts, inanimés,
» uniquement destinés à se renvoyer quel-
» ques faibles lueurs qui se perdent dans
» l'éloignement : »

For such vast room in nature unpossess'd
By living soul, desert and desolate,
Only to shine, yet scarce to contribute
Each orb a glimpse of light convey'd so far
Down to this habitable, which returns
Light back to them, is obvious to dispute.

(Paradise lost, book VIII.)

Il existe entre les sept grandes planètes une analogie frappante : si la terre a des montagnes, on en voit sur Mercure, sur Vénus et même sur la lune; si la terre a un satellite, Jupiter, Saturne et Uranus en ont chacun plusieurs; toutes ont les mêmes mouvemens de rotation et de révolution; toutes en un mot sont dans le rapport le plus parfait : est-il donc vraisemblable et juste de penser que la terre est seule favorisée d'êtres vivans et intelligens? Ce serait rapetisser les œuvres de Dieu; ce serait avoir des vues étroites comme tous les hommes vulgaires qui ne peuvent s'élever au-delà de leur horizon borné. Croyons plutôt que le Créateur tout-puis-

sant n'a rien fait en vain, et que nous avons des semblables, sinon de nature, au moins d'intelligence et de pensée sur tous ces globes rivaux de notre terre, et qui sont plus riches qu'elle, ou en volume ou en clarté. Par conclusion, je puis donc dire avec M. de Fontanes :

Ils ont eu des Leibnitz, des Pascals, des Buffons.
Tandis que je me perds en ces rêves profonds,
Peut-être un habitant de Vénus, de Mercure,
De ce globe voisin qui blanchit l'ombre obscure,
Se livre à des transports aussi doux que les miens.
Ah ! si nous rapprochions nos hardis entretiens !
Cherche-t-il quelquefois ce globe de la terre,
Qui dans l'espace immense en un point se resserre?
A-t-il pu soupçonner qu'en ce séjour de pleurs
Rampe un être immortel qu'ont flétri les douleurs ?
Habitans inconnus de ces sphères lointaines,
Sentez-vous nos besoins, nos plaisirs et nos peines ?
Connaissez-vous nos arts? Dieu vous a-t-il donné
Des sens moins imparfaits, un destin moins borné ?
Royaumes étoilés, célestes colonies,
Peut-être enfermez-vous ces esprits, ces génies,
Qui, par tous les degrés de l'échelle du ciel,
Montaient, suivant Platon, jusqu'au trône éternel.
Si pourtant loin de nous, de ce vaste empirée,
Un autre genre humain peuple une autre contrée,
Hommes, n'imitez pas vos frères malheureux !
En apprenant leur sort vous gémiriez sur eux ;

Vos larmes mouilleraient nos fastes lamentables.
Tous les siècles en deuil, l'un à l'autre semblables,
Courent sans s'arrêter, foulent de toutes parts
Les trônes, les autels, les empires épars.
Et sans cesse frappés de plaintes importunes,
Passent en me contant leurs longues infortunes :
Vous, hommes, nos égaux, puissiez-vous être, hélas !
Plus sages, plus unis, plus heureux qu'ici bas !

NOTES ET DÉVELOPPEMENS.

VII.

Nous examinerons ici quelques-unes des particularités scientifiques relatives aux planètes, et qui étaient plus de la nature d'une note que d'une lettre ; nous suivrons l'ordre établi dans la lettre même à laquelle se rattachent nos remarques.

MERCURE.

Les deux planètes inférieures, Mercure et Vénus, sont appelées par Cicéron, dans le songe de Scipion, *comites solis*, les gardes du soleil. En effet, ces deux astres tournent autour de lui à des distances très-petites, si on les compare aux distances des autres pla-

nètes. Les Égyptiens connurent mieux que les autres peuples anciens le mouvement circulaire de Mercure et de Vénus; ils les suivirent dans la portion de leur orbe où elles cessent d'être visibles, et devinèrent leur véritable marche. On ne peut voir ces planètes que dans le moment où elles s'écartent du soleil, et c'est leurs digressions qu'il importait le plus d'observer; mais c'était toujours une conception hardie que de suivre ces corps dans toutes les phases de leur révolution.

Averroès, médecin célèbre de Cordoue au douzième siècle, crut voir la planète de Mercure sur le disque solaire; mais il est prouvé depuis long-temps qu'on ne peut l'y voir sans lunette, et la lunette astronomique ne date que de cinq cents ans plus tard. Il prit sans doute quelque grosse tache solaire pour la planète de Mercure. Sosigène, qui réforma le calendrier au temps de César, fit aussi des observations sur cette planète; il remarqua qu'elle se mouvait plus vite dans la partie inférieure de son orbe d'environ neuf jours, et que se montrant tantôt le soir, tantôt le matin, elle ne s'é-

loignait du soleil que dans ses digressions. Galilée, à l'aide du télescope qu'il venait d'inventer ou de perfectionner, observa les phases de Mercure et de Vénus, et il put conclure de ses observations que Mercure et Vénus étaient des corps opaques, de véritables planètes en mouvement autour du soleil, d'où elles tiraient leur lumière. Shakerlœus, apprenant que Mercure devait passer sur le soleil le 3 novembre 1651, ne craignit point de traverser les mers et de faire plusieurs milliers de lieues pour aller à Surate, dans les Grandes-Indes, observer ce phénomène qui devait arriver pendant la nuit en Asie et demeurer imperceptible aux habitans de l'Europe. Ce savant courageux, qui le premier avait entrepris un si long voyage pour le seul progrès de la science, fut bien payé de ses fatigues et de ses peines par la sérénité du ciel, qui lui permit de voir ce qu'il avait si à cœur de vérifier lui-même. Hévélius observa également, mais dix années plus tard, un passage de Mercure sur le disque solaire; il le vit sur l'image agrandie du soleil, reçue dans une chambre obscure. Il fut frappé

du petit volume de la planète, dont il évalua le diamètre à douze secondes. Trente ans auparavant, Gassendi, qui l'avait vue le premier, avait estimé ce diamètre à vingt secondes. C'est dans la joie de sa découverte, qu'en faisant allusion à la pierre philosophale, il s'est écrié : « J'ai vu ce que les sages, les alchimistes re» cherchent avec tant d'ardeur, j'ai vu Mer» cure dans le soleil. » Mais le premier qui put considérer le passage entier de Mercure, phénomène très-rare, puisqu'il exige le même concours de circonstances que pour les éclipses de soleil par la lune, ce fut Halley, observateur infatigable, et qui fut aussi le premier à prédire le retour des comètes; il vit Mercure entrer sur le disque du soleil et en sortir pour commencer sa digression. Une telle observation ne demeura point stérile, elle suggéra à ce savant Anglais l'idée d'une méthode pour mesurer la parallaxe du soleil, méthode ingénieuse et qui nous a donné la distance la plus exacte possible de cet astre au globe terrestre.

Nous devons à M. Schrœter, observateur beaucoup plus moderne, puisqu'il appartient

à notre âge, des remarques assez curieuses sur la planète de Mercure. Il en a prouvé l'atmosphère que l'on suppose très-dense, a fixé la rotation de Mercure à 24 h. o' 50", 2. Il a remarqué sur la planète de très-hautes montagnes dont les ombres se projetaient au loin sur les vallées; il a estimé les plus élevées à 32,400 pieds. La forme de la planète lui a paru parfaitement ronde, et son équateur très-incliné sur son orbite.

Le rayon de cette orbite ou la moyenne distance de Mercure au soleil est environ les deux cinquièmes du rayon de l'écliptique, ou 9,327 demi-diamètre de la terre. Le diamètre apparent est d'environ sept secondes, et le volume entier est le seizième du volume de la terre.

VÉNUS.

Les anciens avaient cru pendant long-temps que les deux apparitions de Vénus le matin et le soir étaient véritablement celles de deux étoiles différentes: Pythagore, qui venait de puiser de vastes connaissances chez les prêtres

d'Égypte, fit le premier cesser l'erreur commune, en apprenant à l'Italie que *Lucifer* et *Hesper* ou *Vesper* n'étaient qu'un seul et même astre, la planète de Vénus. Alpétragius de Maroc, qui vint peu de temps après Averroès, crut que Vénus avait une lumière propre; Képler y fut trompé d'abord comme lui, avant la découverte des lunettes; mais il rectifia bientôt ses idées à cet égard. Galilée, à son tour, observa les phases de Vénus; il vit cette planète offrir successivement un disque plein, un disque noir, un croissant, un premier et dernier quartier, en un mot, toutes les phases analogues à celles que nous remarquons sur la lune; il vérifia le même phénomène sur la planète de Mercure. Un jeune Anglais, nommé Horrox, dut à une erreur de calcul dans les tables de Lansberg, la vue de la planète de Vénus sur le soleil pendant une demi-heure avant le coucher de cet astre. Il éprouva une joie si grande de ce spectacle alors entièrement nouveau, qu'il adressa des vers à la déesse et au soleil sur leur brillante union.

La rotation de Vénus était encore une sorte

de problème; Dominique Cassini, au commencement du dix-huitième siècle, eut la gloire de le résoudre; car en observant avec un télescope toutes les phases de cette planete, il y remarqua des taches qui parcouraient le disque du midi au nord, et s'assura ainsi de son mouvement par celui de ces taches. Bianchini les observa de nouveau en 1726, et fixa la durée de la rotation de Vénus à 24 jours 8 heures, ce qui était une grave erreur suivant l'observation de Cassini qui l'avait fixée à 23 h. $\frac{1}{4}$, résultat confirmé par les recherches postérieures, notamment celles de Schroéter, qui assigne à Vénus pour temps de rotation 23 h. 21' 19". Mais si Bianchini se trompa sur ce point, il alla plus loin que Cassini sur un autre, et il détermina l'inclinaison constante de la planète sur son axe de mouvement.

Nous avons dit plus haut que le passage de Mercure avait servi à donner la parallaxe du soleil; on eut recours également aux passages de Vénus dont les astronomes espéraient une plus grande précision. De plusieurs points de l'Europe une foule d'académiciens s'embar-

quèrent les uns pour Saint-Hélène, d'autres pour Sumatra, d'autres pour l'île Rhodrigue dans l'Océan éthiopique ; des Russes allèrent en Sibérie et aux frontières de la Chine, et des Suédois en Laponie : tous à l'effet d'observer un passage de Vénus sur le disque du soleil, passage prédit par des calculs rigoureux. Il arriva effectivement. Les uns trouvèrent la parallaxe solaire de 10 secondes $\frac{1}{2}$; d'autres, de 8 $\frac{1}{2}$. La différence était trop grande pour que l'opération eût un résultat décisif ; mais en 1769, un nouveau passage de Vénus permit de lever toutes les incertitudes. Lalande fixa la parallaxe du soleil à 8 secondes $\frac{1}{2}$, ce qui donne pour distance de la terre au soleil près de trente-cinq millions de lieues.

Les montagnes de Vénus ont aussi attiré l'attention des astronomes les plus modernes. Schroéter a calculé, par l'ombre projetée, que les plus hautes montagnes de la planète de Vénus devaient avoir au moins quatre-vingt-neuf mille deux cent treize pieds. Il s'est assuré, en même temps, par les diverses gradations

de la lumière, que cette planète est entourée d'une atmosphère à peu près analogue à l'atmosphère terrestre, et pouvant procurer une réfraction d'environ trente minutes.

MARS.

Après Mercure, que son voisinage du soleil ne nous permet d'observer que rarement, Mars est la plus excentrique des planètes, celle dont le périhélie est souvent le plus rapproché, et l'aphélie le plus lointain, toutes proportions gardées. Rhéticus, disciple de Copernic, ne pouvait expliquer ce mouvement irrégulier de Mars; désespéré de ses efforts, il invoqua son génie familier, qui, au rapport de Képler, le saisit par les cheveux, l'éleva au plafond et le laissa retomber par terre, en lui disant: *Voilà le mouvement de Mars.* Ce fut à cause des inégalités très-grandes de ce mouvement que Képler essaya de préférence ses hypothèses sur la planète de Mars.

Rheita, qui s'amusait à donner des satellites à toutes les planètes, se garda bien d'en refuser

à celle de Mars. Gassendi et Hévélius réfutèrent ses doctrines, et Mars est demeuré solitaire comme Vénus et Mercure. En 1636, Fontana, qui eut le tort de revendiquer l'invention du télescope, rendit au moins un service à la science; il vit une tache sur le globe de Mars; il la revit deux ans après; elle lui parut changer, diminuer dans l'intervalle d'un jour, et il en conclut naturellement que Mars pouvait bien se mouvoir sur lui-même; vérité aujourd'hui complètement établie. Comme tous les trente-deux ans cette planète se trouve à son périhélie et en opposition, Cassini la chercha en 1719, aperçut plusieurs taches mobiles sur sa surface, et par elles, détermina la durée de sa rotation à $24^{h.}\ 40'$.

Schroéter a remarqué sur la planète de Mars un aplatissement peu sensible, mais beaucoup de changement et de variations dans ses taches et dans son atmosphère (1). Il paraîtrait, d'après lui, que les taches du pôle austral sont très-brillantes. Mais, à l'égard du pôle boréal, il

(1) On croit que Mars a une atmosphère, parce que quand une étoile arrive près de son globe, elle paraît obscurcie.

ne dit rien de cette clarté qui s'y était montrée en 1719. Bailly présume que ces clartés polaires pourraient avoir de l'analogie avec nos aurores boréales, et cette opinion ne me semble point sans fondement.

Enfin Schroéter a remarqué encore, vers l'équateur de Mars, des mouvemens qui lui permettent d'assurer que la surface de ce globe est agitée par des vents semblables à ceux qui soufflent à la surface terrestre. Il a même observé pendant plusieurs jours, comme le rapporte M. Voiron, une tache dont le mouvement, un peu irrégulier, vu de la surface planétaire, lui paraissait marcher dans une direction nord-ouest, et d'environ vingt pieds par seconde.

La lumière et la chaleur sur la planète de Mars ne sont que les quatre neuvièmes de la lumière et de la chaleur de la terre. On remarque, sur la même planète, des bandes ou filets parallèles à son équateur, pendant qu'elle tourne d'occident en orient, autour d'un axe incliné de soixante-trois degrés trente-trois secondes sur son orbite. Son moyen mouvement

est de 31' 27" par jour, ou onze degrés pour vingt et un jour.

JUPITER.

Aidé du télescope qu'il venait d'inventer, Galilée explora les vastes champs du ciel; il l'essaya d'abord sur la lune, puis sur quelques étoiles brillantes, et puis sur les planètes. En le tournant vers Jupiter il vit ce globe énorme environné de trois points lumineux qu'il prit pour des étoiles; deux paraissaient à l'orient, et l'autre à l'occident. Il répéta son examen, il les vit réunies à l'occident; ensuite il n'en vit plus que deux, lesquelles étaient revenues à l'orient. La première fois Galilée put croire que la planète de Jupiter avait dépassé ces étoiles, lorsqu'il les vit ensemble à l'occident; mais comment supposer ensuite que la planète elle-même aurait rétrogradé pour se retrouver dans la position qu'elle avait deux jours auparavant par rapport à ces petites étoiles? Il était beaucoup plus naturel de penser qu'elles s'étaient déplacées. Il reprit avec soin toutes ses

observations ; il suivit ces étoiles plusieurs jours encore, et au lieu de trois, il en aperçut bientôt quatre. Alors il ne les quitta plus, il parcourut avec elles pendant deux mois consécutifs les divers lieux du zodiaque où elles se promenaient, et, convaincu de leurs révolutions toujours voisines du globe de Jupiter, il conclut hardiment qu'elles ne le quittaient point et qu'elles l'accompagnaient dans son mouvement autour du soleil, comme ses gardes fidèles, passant de la droite à la gauche de la planète à une distance respectueuse, se cachant quelquefois derrière elle, et l'enveloppant toujours dans leur route circulaire. Ainsi, dès ce moment Jupiter fut enrichi pour nous de quatre satellites qui allaient plus tard éclairer la marche du navigateur et lui dire bien plus exactement ses longitudes en mer.

Trente ans après la découverte des satellites de Jupiter par Galilée, un autre astronome italien, nommé Zucchi, aperçut à la surface de cette planète quelques taches qui furent appelées les bandes de Jupiter, parce qu'elles l'entourent comme une ceinture. Dominique

Cassini les observa de nouveau, et reconnut qu'elles étaient toujours parallèles à l'écliptique de Jupiter. Ces bandes, dit Bailly, paraissent être des mers plus étendues en longueur qu'en largeur. « On sait, ajoute-t-il, que les eaux » absorbent une partie de la lumière qu'elles » reçoivent; la surface des eaux doit donc être » plus obscure que celle des terres; c'est la » cause présumée de l'obscurité de ces bandes. » Mais le phénomène le plus extraordinaire est » l'inconstance de leurs apparences. Ces bandes » sont le plus souvent au nombre de trois; » quelquefois on en a vu cinq et huit, quel- » quefois on n'en a vu qu'une : celle qui est » constante est la plus large; c'est un grand » fleuve qui traverse Jupiter dans la zone tor- » ride. Mais les autres bandes, qui sont encore » d'autres fleuves, sont bien singulières par » leurs variations. On en a vu un interstice » clair, placé entre deux bandes obscures, » se partager en plusieurs petites parties sem- » blables à des îles, comme si ces deux bandes » étaient des rivières qui, débordant l'une contre » l'autre, eussent produit ces îles, ensuite

» effacées par la réunion complète des eaux
» de ces rivières dans un seul lit, pour ne
» former plus qu'une bande plus large.... Ce
» ne sont point des nuages qui produisent ces
» apparences; les nuages sont propres à réfléchir
» la lumière, ils ne paraissent obscurs et noirs
» que par leur proximité : les nues légères et
» élevées sont blanches. La lune n'a point de
» nuages, puisque les divisions de sa surface
» ne sont jamais voilées; sur Jupiter, où la
» plupart des divisions sont anéanties par l'é-
» loignement, les nuages, s'il en a, doivent
» se confondre avec la surface du globe. Les
» taches longues, continues et obscures ne
» peuvent être que des eaux, leur figure chan-
» geante annonce la mobilité; les taches qui
» s'unissent semblent être en effet des eaux
» versées dans d'autres eaux. On peut objecter
» que les nuages plus blancs couvrent ces
» taches et causent par un mouvement inégal
» et varié ces apparitions et ces disparitions
» extraordinaires. Mais il serait bien singulier
» que des nuages abandonnés au hasard des
» vents, laissassent de temps en temps paraître

» les mêmes formes, s'abstinssent de les couvrir
» pendant des années consécutives, et ensuite
» les rendissent invisibles par une interposition
» constante de plusieurs années, et avec des
» alternatives répétées un grand nombre de fois.
» Ces phénomènes ont une irrégularité frap-
» pante, mais ils ont une constance et des
» retours qui doivent exclure toute cause aussi
» variable et aussi inégale que celle des nuages.
» On peut donc légitimement conclure que la
» surface de Jupiter a des fleuves et des mers,
» et particulièrement vers son équateur, dans
» la zone torride, où sont les bandes et les
» grandes taches. »

Une autre opinion, plus moderne encore, s'est élevée sur la nature des bandes de Jupiter: dans son *Système universel*, M. Tilorier croit que ces bandes ne peuvent être autre chose que d'énormes chaînes de montagnes récemment formées par précipitation, et qui sont encore enflammées, ou au moins dans un état d'incandescence.

Dominique Cassini remarqua également que le globe de Jupiter n'était pas exactement rond,

et qu'il était aplati vers ses pôles ; mais la grosseur de la planète ne rendait point l'aplatissement fort sensible : voilà pourquoi il douta un moment de cet aplatissement ; il l'estima enfin à un quinzième du diamètre de la planète. Ce même aplatissement prouve qu'elle a été primitivement comme la terre dans un état fluide. On pense qu'elle est encore brûlante, à cause de son volume, et qu'il en est de même de Saturne, mais que les petites planètes sont déjà refroidies, et l'on va jusqu'à croire que la lune, à cause de sa petitesse, doit se trouver aujourd'hui dans un état de glace et de mort.

Les grandes inégalités du mouvement de Jupiter, comme de celui de Saturne, produites par l'attraction mutuelle, avaient été pendant deux siècles une espèce de problème qu'on ne pouvait résoudre d'une manière entièrement satisfaisante. M. de La Place y a complètement réussi par l'accord du calcul et de la géométrie avec les phénomènes ; il a su renfermer ces inégalités dans un espace de temps rigoureusement déterminé. Il a trouvé que la grande inégalité de Saturne, (planète dont nous

turne, est cent fois moindre que vu de la terre, à cause de l'éloignement.

Il y a deux siècles qu'on ignorait encore que la planète de Saturne eût un anneau qui la ceignît par son milieu, et sept petites lunes qui fissent, ainsi que l'anneau, leur rotation et leur révolution en des périodes constantes. Galilée fut le premier qui remarqua l'anneau de Saturne, et quelques taches à la surface de cette planète ; mais il était réservé à Huyghens d'expliquer les diverses apparences de l'anneau, et de détruire les hypothèses d'Hévélius, qui regardait Saturne comme formé de trois corps ou globes séparés : il vit une bande lumineuse qui tenait, en apparence, au corps de la planète, le ceignait par le milieu comme une écharpe, et s'étendait au dehors pour lui former comme deux anses. Après une longue suite d'observations, il aperçut entre le globe et l'anneau un intervalle, un vide à travers lequel on voyait les étoiles que le hasard y amenait, et il conclut que cette bande lumineuse était un véritable anneau circulaire qui enveloppait la planète à une certaine distance

et se soutenait en forme de voûte. Le même Huyghens découvrit ensuite près de la planète un nouvel astre qui était un des satellites de Saturne. En 1659, il avait annoncé que cette planète perdrait ses anses au mois de juillet 1671. Les astronomes contemporains passèrent les nuits à attendre ce nouveau phénomène qui fut vérifié pour un moment. Leurs veilles eurent encore un autre résultat : l'un des observateurs, Dominique Cassini, découvrit quatre nouveaux satellites à Saturne, indépendamment de celui qu'avait déjà vu l'astronome hollandais. Dès-lors Saturne fut reconnu environné d'un anneau et de cinq satellites. Herschel y en a joint deux autres que son grand télescope lui a permis d'apercevoir. On pense généralement que tous ces satellites sont plus petits que ceux de Jupiter, dont l'atmosphère doit s'élever à trois cent soixante mille lieues pour les dominer, tandis que l'atmosphère de Saturne n'a besoin de planer qu'à cent cinquante mille lieues au-dessus de sa surface. L'observation des satellites valut encore à Cassini la découverte du double anneau de Saturne que Galilée avait cru sim-

ple (1); il remarqua en outre sur la surface de la planète d'autres bandes qui ressemblaient à celles de Jupiter, mais beaucoup moins apparentes; elles étaient parallèles à l'anneau avec peu de courbure : c'étaient probablement des taches inhérentes au globe de la planète, dont elles servirent depuis à confirmer la rotation, laquelle s'opère d'occident en orient, sur un axe perpendiculaire à l'anneau, en 10 h. 16' 19", 2, c'est-à-dire, environ seize minutes plus vite que l'anneau qui tourne aussi-bien qu'elle à une distance de vingt mille lieues et avec une séparation de mille lieues entre la voûte supérieure et la voûte inférieure de cet anneau; la première voûte, large de six mille lieues et épaisse de quatre mille; la seconde, large de deux mille et épaisse de deux cents lieues.

URANUS.

Le dernier quart du dix-huitième siècle fut

(1) Herschel a aussi observé la séparation de l'anneau de Saturne; et il a pu distinguer, entre ces deux parties, la couleur azurée du ciel.

illustré par plusieurs découvertes : Franklin trouva le secret de maîtriser la foudre ; l'aérostat de Montgolfier s'éleva dans les campagnes du ciel ; Herschel, y promenant sa lunette amplifiée, trouva un nouvel astre, dont le volume était plus grand et la lumière plus faible que le volume et la lumière des étoiles, et qui ne restait point dans la même position. Il fit connaître ce nouveau phénomène à tout le monde savant ; les astronomes français, anglais, allemands et italiens s'empressèrent de le suivre et de l'étudier. Ils crurent d'abord que c'était une comète, mais il n'avait ni chevelure, ni queue, et se mouvait avec lenteur ; aucun d'entre eux ne pouvait le mettre dans la catégorie des étoiles, puisque cet astre avait un mouvement sensible et une augmentation de diamètre apparent : ils se refusaient encore à le regarder comme une nouvelle planète, mais il fallut céder à l'évidence, et la famille du soleil fut enrichie d'un nouveau monde, qui recula les bornes du système planétaire de plus de six cent millions de lieues. Lalande fixa un des premiers le temps de sa révolution sidérale, sa longitude hélio-

centrique, son mouvement diurne et son inclinaison. M. de La Place, par des combinaisons très-difficiles et très-longues, détermina rigoureusement son orbe qui se rapprochait du cercle comme celui des autres planètes, et lui assigna la forme de l'ellipticité. Il calcula ensuite les dérangemens que cette planète pourrait éprouver par les actions de Jupiter et Saturne, et en donna les équations, dont l'une de 2' 20" qui se développe dans un espace de quatre-vingt-dix ans, et l'autre de 2' 15" qui ne s'accomplit que dans cinq cent soixante-neuf ans, intervalle dans lequel doit être corrigé le moyen mouvement de cette planète. Enfin, M. Delambre dressa les tables du nouvel astre; il les compara pendant trois ans avec le ciel, et dans ce long intervalle, elles ne s'étaient écartées de ses observations que d'environ sept secondes: elles méritèrent le prix qu'avait proposé l'académie des sciences, et devinrent la base de tous les calculs des astronomes français et étrangers pour établir la connaissance des temps.

Herschel avait désigné sa planète sous le nom de son bienfaiteur, Georges III, roi d'Angle-

terre; Lalande changea le nom de *Géorgium sidus* en celui d'*Herschel;* mais celui d'*Uranus*, que lui donna M. Bode, astronome de Berlin, lui est demeuré sans retour.

Les satellites d'Uranus ont été aussi découverts par l'astronome Herschel qui leur a consacré huit ans d'observations. En comparant les distances des six satellites d'Uranus, on est frappé de leurs rapports : celle du troisième satellite est environ la moitié des distances réunies du second et du quatrième ; la distance du cinquième est le double de celle du quatrième, et la distance du sixième en est le quadruple. Deux de ces satellites tournent d'orient en occident, ce qui est une exception au mouvement général ; mais leurs orbites étant presque perpendiculaires à la planète, leur mouvement doit nous sembler rétrograde.

LETTRE VIII.

DE LA LUNE.

Figure : sphéroïde aplati vers les pôles et renflé à l'équateur. Corps opaque empruntant sa lumière du soleil. Diamètre, grosseur, distance. Mouvement de révolution autour de la terre : révolution sidérale, périodique, et synodique. Ce mouvement de révolution est elliptique : orbite de la lune ; excentricité terrestre ; apsides. Inclinaison. Nœuds. Mouvement de rotation lunaire. Phénomènes du mouvement de révolution : phases ; nouvelle lune, premier quartier, pleine lune, dernier quartier ; néoménie, dichotomies ou quadratures, syzygies, octans. Lumière cendrée. Libration. Particularités physiques : montagnes, vallées, abîmes, volcans, aérolites, atmosphère. Sélénites. Ode.

Mais de Diane au ciel l'astre vient de paraître ;
Qu'il luit paisiblement sur ce séjour champêtre !

Éloigne tes pavots, Morphée, et laisse-moi
Contempler ce bel astre, aussi calme que toi;
Cette voûte des cieux mélancolique et pure,
Ce demi-jour si doux levé sur la nature,
Ces sphères qui, roulant dans l'espace des cieux,
Semblent y ralentir leur cours silencieux;
Du disque de Phébé la lumière argentée,
En rayons tremblotans sous ces eaux répétée,
Ou qui jette en ces bois, à travers les rameaux,
Une clarté douteuse et des jours inégaux;
Des différens objets la couleur affaiblie,
Tout repose la vue et l'ame recueillie.
Reine des nuits, l'amant devant toi vient rêver,
Le sage réfléchir, le savant observer.

(Lemierre.)

Essayons d'observer à notre tour ce satellite aimable, ce paisible et fidèle compagnon de la terre, et qui nous fut donné

Pour dissiper des nuits la ténébreuse horreur,
Et cette obscurité, mère de la terreur.

(Chênedollé.)

De tous les astres qui embellisent l'univers, la lune est, après le soleil, celui

qu'il nous importe le plus de connaître et qui nous intéresse le plus :

Liée à nos destins par droit de voisinage,
La lune nous échut à titre d'apanage ;
Et l'éternel contrat qui l'enchaîne à nos lois,
D'un vassal, envers nous, lui prescrit les emplois ;
Par elle nous goûtons les douceurs de l'empire.
Des traits brûlans du jour quand le monde respire,
Tributaire fidèle, en reflets amoureux,
Elle vient du soleil nous adoucir les feux,
Tantôt brille en croissant, tantôt luit toute entière,
Et commerce avec nous et d'ombre et de lumière.

(CHÊNEDOLLÉ.)

Dès la plus haute antiquité, la lune comme le soleil, a provoqué et reçu les hommages des mortels : les Égyptiens l'adoraient sous le nom d'Isis, les Phéniciens sous le nom d'Astaraté ; c'était pour les Hébreux la reine du ciel ; c'était la Séléné des Grecs, la Diane, la Vénus et la Junon des Romains. Les différentes apparences qu'elle affecte tous les sept jours donnèrent l'idée des semaines, et son renouvellement, celui des mois. Pour

l'observer, les pasteurs de Chaldée montaient sur les hauteurs, et aussitôt qu'on avait découvert la renaissance de la lune, on célébrait le nouveau mois, qui était suivi de fêtes et de repas. Plus tard, les magiciennes de Thessalie se prétendirent en grand commerce avec la lune, et se vantèrent de pouvoir, au bruit des chaudrons, la délivrer du dragon qui la tenait captive, disait-on, lorsqu'elle venait à s'éclipser. Les Péruviens regardaient la lune comme la sœur et la femme du soleil, et la mère de leurs Incas; ils l'appelaient la mère universelle de toutes choses; et de nos jours encore, les Mahométans ne manquent jamais de saluer la lune dès qu'elle se montre, et de lui présenter leurs bourses ouvertes, en la priant d'y faire multiplier les espèces à mesure qu'elle croîtra : d'où vous pouvez conclure que, même en Orient, la lune a conservé sa divine influence. Après ce petit préambule, venons à des connaissances réelles,

en commençant par les caractères généraux, communs à tous les corps célestes, et en passant ensuite aux caractères particuliers à la lune.

La lune est le satellite de la terre ; il ne la quitte point, il lui reste attaché comme partie en quelque sorte adhérente ; il a comme elle une forme ronde, aplatie à ses pôles et élevée à l'équateur; s'il nous paraît aplati en forme de disque, c'est que la sphéricité de son globe ne peut pas être aperçue à cause de l'éloignement. Il a, comme la terre, un double mouvement de rotation et de révolution ; et c'est aussi un corps opaque ou non lumineux comme elle. Il reçoit son éclat du soleil, et ne brille que de la lumière empruntée à ce grand astre. On en a la preuve dans les divers aspects de la lune : tantôt elle ne montre qu'une très-faible partie éclairée, tantôt c'est le quart, puis la moitié de la surface, puis elle décline encore pour disparaître entièrement. Si elle avait une lumière à

elle propre, elle offrirait, comme le soleil et les étoiles, toujours le même volume, quelle que fût d'ailleurs sa position dans sa marche périodique autour de la terre, et l'expérience de chaque mois démontre qu'il en est autrement. Si l'on disait que la lune ne varie ainsi dans ses apparitions que parce qu'elle a une moitié lumineuse et l'autre obscure, et qu'elle montre alternativement l'une et l'autre, on se tromperait, car dans le temps même qu'elle brille à nos yeux avec le plus d'éclat, sa lumière diminue presque tout-à-coup dans la même nuit et s'éteint même entièrement pour renaître un peu plus tard et étaler sa première splendeur. Et d'ailleurs les taches invariables que nous présente le globe lunaire, prouvent que nous voyons toujours le même hémisphère et non pas tantôt l'un, tantôt l'autre, et qu'il y a véritablement une moitié de la lune que nous ne voyons jamais et à laquelle nous sommes pareillement inconnus. Il faut donc que cette

lumière lui vienne de quelque astre plus brillant, et cet astre est le soleil, foyer central de toute lumière, de toute chaleur pour notre monde. J'ajoute, de toute chaleur, car ce qui prouve encore que la lumière de la lune n'est qu'empruntée, c'est qu'elle n'a point pour nous la moindre chaleur, tant elle a été affaiblie par le trajet de la réflexion, depuis le globe lunaire jusqu'à celui de la terre. La lumière de la pleine lune est bien trois cent mille fois plus faible que celle du soleil qui est cependant quatre cents fois plus loin de la terre, et cette lumière lunaire rassemblée au foyer des plus grands miroirs ne produit point d'effet sensible sur le thermomètre.

Le diamètre, la grosseur et la distance de la lune sont ce qu'il y a de plus exactement déterminé parmi les corps célestes, et la raison en est simple : la lune est de tous les astres le plus voisin de la terre et le plus accessible aux calculs. Sa parallaxe, c'est-à-dire, l'angle sous lequel on

voit de cet astre l'orbe terrestre, est la plus grande : celle du soleil n'est que de huit secondes et demie, celle de la lune est quatre cents fois plus grande ; elle est de cinquante-huit minutes trois secondes ; d'où il suit que la lune est quatre cents fois plus près de nous que le soleil, et que sa distance moyenne à la terre est de quatre-vingt-six mille trois cents lieues, tandis que celle du soleil est de trente-cinq millions de lieues. Comme la terre n'est pas exactement au centre de la courbe que la lune décrit autour d'elle, la distance est tantôt plus grande et tantôt moindre ; elle varie de quatre-vingt à quatre-vingt-onze mille lieues ; au périgée elle est la plus petite, à l'apogée elle est la plus considérable (1).

Cette grande variation de distance de la lune à la terre en doit occasioner une sem-

(1) *Périgée* signifie près de la terre ; et *apogée*, loin de la terre : ce sont les deux points de l'orbite ; c'est-à-dire, de la route de la lune, où la lune se trouve le plus près et le plus loin du globe terrestre.

blable dans le diamètre et le volume : elle rend le diamètre lunaire tantôt plus grand que le plus grand diamètre apparent du soleil, et tantôt moindre que le plus petit.

Le diamètre apparent de la lune est à peu près égal à celui du soleil ; mais comme la lune est quatre cents fois plus près de nous, son diamètre réel n'est que la quatre centième partie de celui du soleil ; le soleil a cent onze fois le diamètre de la terre, et la lune un peu plus du quart de celui de cette planète ; le diamètre du soleil est de trois cent dix-neuf mille lieues, celui de la terre, de deux mille huit cents, celui de la lune, de sept cent quatre-vingt-deux lieues ; la surface de la lune est d'un million neuf cent trente-quatre mille lieues carrées, tandis que celle de la terre est de vingt-cinq millions huit cent mille lieues carrées.

A l'égard du volume, le soleil qui, dans l'éloignement ne paraît que sous un diamètre à peu près égal à celui de la lune,

est cependant quatorze cent mille fois plus gros que la terre, et le globe de la lune est quarante-neuf fois moindre que le globe terrestre. Transporté à la distance du soleil, ce globe lunaire n'occuperait dans le ciel qu'un espace de quatre secondes, tandis que la terre, à cette distance, aurait encore un diamètre de dix-sept secondes, et le diamètre moyen du soleil est d'environ trente-deux minutes, c'est-à-dire, qu'il occupe dans le ciel un peu plus d'un demi-degré. La lune est le plus petit de tous les corps célestes, car le diamètre de Mercure, la plus petite des planètes, en ne comptant point les quatre nouvelles, est de onze cent quatre-vingts lieues; et si la lune nous paraît néanmoins plus grande que les planètes, c'est uniquement parce qu'elle est plus près de nous; Jupiter est quatorze cents fois plus gros que la terre, et cependant il n'est qu'un point, selon nous, à côté de la pleine lune. La distance affaiblit donc singulièrement le volume des

corps. Une illusion d'optique fait aussi paraître la lune plus grosse quand elle arrive à l'horizon derrière les plaines et les montagnes; cette illusion a lieu pour tous les autres astres.

Connaissant à présent la forme, la nature, le diamètre, la grosseur et la distance du globe lunaire, essayons d'expliquer son mouvement de révolution autour de la terre, et les phénomènes qui en découlent.

Fille aimable du ciel, à pas lents et sans bruit,
Tu glisses dans les airs où brille sa couronne,
Et ton passage s'environne
Du cortège pompeux des soleils de la nuit.

(BAOUR-LORMIAN.)

La lune fait sa révolution autour de la terre en vingt-sept jours sept heures quarante-trois minutes d'occident en orient, c'est-à-dire, en sens contraire au mouvement général apparent; elle ne décrit pas un cercle régulier, mais une ellipse

ou un ovale, dont la terre occupe un des foyers et non le centre, tout en faisant elle-même sa révolution autour du soleil. A cause de ce double mouvement de révolution, et de la lune autour de la terre, et de celle-ci qui autour du soleil emporte la lune avec elle, l'orbite que trace le satellite lunaire est plus irrégulière que celle des planètes : c'est une courbe qui serpente le long de l'orbite de la terre pendant que celle-ci roule autour du soleil; telle une chaloupe en pleine mer tournerait autour d'un grand vaisseau en conservant toujours à peu près le même éloignement. Ce mouvement de révolution de la lune autour de la terre n'est pas uniforme; il est plus lent à l'apogée et plus rapide au périgée; ainsi, plus la lune se rapproche de la terre, plus elle va vite; et plus elle s'éloigne, plus elle va lentement; elle décrit donc des aires proportionnelles aux temps, loi remarquable dont il a été question avec détail dans notre

lettre sixième sur les planètes. La lune parcourt treize fois et demie son ellipse pendant que la terre n'accomplit qu'une fois la sienne ; elle va donc treize fois et demie aussi vite dans son cercle que la terre dans le sien ; c'est qu'elle n'a pas une route aussi considérable à faire, une orbite aussi grande à décrire. Nous avons lune nouvelle tous les vingt-sept jours et demi, et la terre n'accomplit son mouvement de révolution qu'après douze mois ; en réalité, la lune ne fait que quatorze lieues par minute, au lieu que la terre en fait quatre cent dix-huit.

La révolution lunaire autour du globe terrestre est ou sidérale, ou périodique, ou synodique. La *révolution sidérale* est le retour de la lune à une même étoile ; elle est de vingt-sept jours sept heures quarante-trois minutes onze secondes. La *révolution périodique* a rapport aux équinoxes ; elle est un peu moindre que la révolution sidérale à cause du mouvement insensi-

blement rétrogade des équinoxes; elle est de vingt-sept jours sept heures quarante-trois minutes quatre secondes. On confond souvent ces deux révolutions dans les traités astronomiques. La *révolution synodique* est le retour de la lune, vue de la terre au soleil : elle est de vingt-neuf jours et demi; elle est plus longue que les deux autres, parce que tandis que la lune avance d'occident en orient, la terre se meut aussi d'occident en orient, et lorsque la lune est revenue au même point de son orbite, elle a encore un peu de chemin à faire avant de se retrouver en conjonction avec le soleil; ce chemin est égal à la quantité dont la terre a elle-même avancé vers l'orient. Dans vingt-sept jours, la terre fait environ vingt-sept degrés de l'écliptique, et pour parcourir vingt-sept degrés, il faut à la lune un peu plus de deux jours : ce n'est donc qu'au bout de vingt-neuf jours et demi qu'elle a rejoint le soleil et se retrouve dans la même po-

sition par rapport à lui et à nous. Cette révolution, qui s'appelle aussi *lunaison*, est à l'année tropique dans le rapport de dix-neuf à deux cent trente-cinq ; ainsi dix-neuf années solaires égalent deux cent vingt-cinq mois lunaires.

Dans son mouvement de révolution autour de la terre, la lune est inclinée au plan de l'écliptique, de même que toutes les autres planètes ; cette *inclinaison* est de cinq degrés. Sans cette inclinaison, nous aurions tous les mois une éclipse de soleil le jour que la lune arrive entre cet astre et nous, et une éclipse de lune le jour que le soleil est entre nous et la lune : mais, au contraire, il y a des années où il n'arrive aucune éclipse de lune, parce qu'au moment qu'elle se présente entre nous et le soleil, elle est déjà trop éloignée de la route solaire et se trouve déjà au-dessus ou au-dessous. La lune s'écarte donc de cinq degrés au-dessus et de cinq degrés au-dessous de l'écliptique ; et c'est sur

l'écliptique ou route apparente du soleil qu'on trouve la trace de l'orbe lunaire en déterminant, par l'observation, l'instant où la latitude de la lune devient nulle, c'est-à-dire, celui où la lune traverse le plan de l'écliptique, et où la longitude est la même que celle des *nœuds*.

On appelle nœuds les deux points où l'orbe lunaire coupe l'écliptique, soit quand elle monte vers le pôle boréal, et c'est le *nœud ascendant*, soit quand elle descend au-dessous de l'écliptique vers le pôle austral, ce qui est alors le *nœud descendant*. Les nœuds de la lune ne sont pas fixes dans le ciel; ils ont sur l'écliptique un mouvement rétrograde en sens inverse du mouvement général du ciel. Ce mouvement se reconnaît par la suite des étoiles que la lune rencontre en traversant le plan de l'écliptique; il est assez rapide, car il est de près de deux degrés par mois; au bout de dix-huit ans et deux cent vingt-huit jours les nœuds lunaires ont fait le

tour entier du ciel. Le nœud ascendant de la lune ou celui par lequel elle franchit la route apparente du soleil en s'avançant vers le nord, s'appelle quelquefois la tête du dragon, et se désigne par un caractère analogue ; le nœud descendant ou nœud opposé, queue du dragon, est représenté en forme de queue recourbée vers le haut.

Indépendamment du mouvement de révolution autour de la terre, la lune est affectée d'un mouvement de *rotation* sur elle-même, mais qui ne s'achève qu'avec la révolution moyenne ; ainsi, dans la durée de vingt-sept jours et demi de cette révolution moyenne, la lune n'opère qu'un seul mouvement de rotation sur son axe, lequel axe est presque perpendiculaire à l'orbe lunaire. La terre tourne trois cent soixante-cinq fois un quart sur elle-même dans une révolution entière sur son ellipse, au lieu que la lune ne fait qu'un seul tour dans vingt-sept jours huit heures qu'elle emploie à parcourir son orbite au milieu

de laquelle nous sommes placés ; en accomplissant sa révolution totale, elle a exécuté un tour entier sur son axe, puisqu'en montrant toujours le même hémisphère à la terre dans la révolution autour de cette planète, elle a présenté au soleil toutes les parties de sa surface. C'est ainsi, observe M. Francœur, qu'un homme qui, le visage constamment dirigé vers un arbre, en ferait le tour entier, aurait également fait un tour sur lui-même, puisqu'il aurait vu toute la campagne qui l'environne. Empruntons à l'*Étude du ciel* de M. Mollet une autre comparaison qui rendra mieux encore notre pensée : « Qu'on place, dit-il, au milieu d'une chambre un objet isolé, comme serait un fauteuil, et mettant quelque part, sur la cheminée ou sur une table, une bougie allumée, que l'on tourne autour du fauteuil en le regardant toujours, et l'on verra que l'on aura alternativement la face ou le dos tourné vers la lumière. Quand on aura achevé une

révolution autour du fauteuil, on aura réellement fait un tour sur soi-même par rapport à la bougie, tout comme si l'on avait pirouetté sur un pied sans changer de place. » Voilà le mouvement de rotation de la lune. Il n'a point lieu par rapport à la terre, mais par rapport au soleil. Pour être sûr que la lune nous montre toujours l'hémisphère, on n'a qu'à faire attention à ses taches qui sont invariables, comme nous l'avons déjà dit, et aux nouvelles et pleines lunes, ainsi qu'au moment où le satellite va disparaître totalement : aucun changement ne se présente dans sa configuration de la moitié tournée vers nous; elle est toujours la même aux temps de sa splendeur, de sa disparition et de son renouvellement. La rotation a dû aplatir les pôles de la lune comme ceux de la terre, mais d'une manière bien moins considérable, puisque le globe lunaire n'est guère que le quarante-neuvième du globe terrestre, et puis le mouvement de rotation

lunaire est près de trente fois moins rapide que celui de la terre. Le corps de la lune, dit M. de Lalande, doit être comme un œuf qu'on aurait aplati par les côtés, indépendamment de son allongement naturel.

La rotation de la lune sur son axe, laquelle a lieu dans le même sens que notre globe, ne s'achevant qu'au bout de vingt-sept jours et demi, temps égal à celui de sa révolution autour de la terre, il suit que sur ce satellite, les *jours* et les *nuits* ont une durée égale à celle d'environ quatorze de nos jours; c'est ce qui arriverait à notre globe terrestre s'il employait vingt-sept fois et demie au lieu d'une fois, vingt-quatre heures pour faire un tour sur lui-même. Bien que nous ne voyions jamais qu'une moitié de la lune, et que l'autre nous reste tout-à-fait inconnue, il n'en faut pas conclure qu'il n'y ait qu'une moitié de la lune qui jouisse des rayons du soleil; toutes deux les reçoivent suc-

cessivement. Du soleil on voit tour-à-tour les divers points de la surface lunaire. On doit se rappeler que le soleil n'éclaire qu'une moitié des corps qui sont ronds, et que si ces corps sont en mouvement, tous les points de leur surface reçoivent successivement les rayons du soleil. Mais pendant qu'une moitié de la lune est ainsi éclairée par le grand astre, l'autre est plongée pendant quatorze jours dans une obscurité profonde, ce qui fait la nuit du satellite lunaire, lequel ne reçoit pendant ce temps de demi-rotation que la lumière directe des étoiles et la lumière réfléchie par le globe terrestre, de laquelle nous parlerons tout à l'heure. Toutefois, la partie de la lune qui nous demeure cachée n'est pas exactement la moitié de son globe, parce que la lune s'élève ou s'abaisse de cinq degrés au-dessus ou au-dessous du plan de l'écliptique; en outre l'attraction solaire produit des inégalités dans le double mouvement lunaire de révolution et

de rotation, ce qui fait que la lune est quelquefois plus, quelquefois moins avancée dans son orbite qu'elle ne l'aurait été sans cette cause d'attraction. L'attraction terrestre, en ramenant sans cesse vers nous le grand axe de la lune, fait aussi participer son mouvement de rotation aux inégalités de son mouvement de révolution, et dirige constamment le même hémisphère vers la terre.

Nous avons dit plus haut que la lune, dans son mouvement de révolution autour de la terre, lui présentait constamment le même côté ; mais ce côté varie dans ses apparitions, il n'est d'abord qu'un filet ou croissant; puis un quart, une moitié, puis il est plein, pour décliner progressivement jusqu'à disparition totale. On a donné à ces divers aspects le nom de *phases*, du mot grec *phasis*, apparition; et ces phases ont été divisées en nouvelle lune, premier quartier, pleine lune et dernier quartier. Mais ces déno-

minations ne rendant pas raison complète de toutes les apparences de la lune, on a eu recours à des dénominations scientifiques plus exactes, telles que la néoménie, la dichotomie ou les quadratures, les syzygies et les octans. Nous expliquerons d'abord les quatre divisions vulgaires, et nous reviendrons ensuite aux autres.

La *nouvelle lune* a lieu quand la lune se trouve entre la terre et le soleil; nous ne la voyons plus alors, parce que sa moitié éclairée est vers cet astre, et que le seul hémisphère qui nous luise est plongé dans l'ombre. Ce n'est qu'au bout de deux ou trois jours que nous apercevons, au coucher du soleil, une légère portion éclairée, qu'on appelle *croissant ;* la partie arrondie est vers le couchant, et les deux cornes du côté de l'orient, c'est-à-dire vers le soleil. Sept jours après l'entière disparition de la lune, ce satellite, parvenu au quart de son orbite, nous montre la moitié de la moitié éclairée, et c'est le *premier quartier ;* il se

voit le soir. Sept jours après, la lune ayant décrit la moitié de son orbite et se trouvant au-delà de la terre, qui est alors entre le soleil et la lune, cette dernière nous montre toute sa moitié éclairée par le soleil, et c'est pour nous la *pleine lune;* on la voit toute la nuit. Enfin, en continuant d'avancer d'orient en occident pour revenir au premier point de départ, la lune, à mesure qu'elle se rapproche du soleil, perd à nos yeux de son volume lumineux, et au bout de sept jours après la pleine lune, nous ne voyons plus que la moitié de la moitié éclairée; c'est vers la fin de la nuit; la partie arrondie est du côté de l'orient, parce que c'est le matin que nous l'apercevons, et les cornes sont du côté du couchant : c'est le *dernier quartier;* il ressemble à un cercle dont on aurait coupé la moitié. Ce quartier lumineux finit par disparaître au bout de sept jours, où la lune a terminé sa révolution périodique; et comme pendant cette révolution la terre

avait continué sa route, la lune a encore deux jours de marche pour se retrouver en face de la terre et du soleil à la fois. Ces quatre positions de la lune, qui se reproduisent successivement tous les sept jours, ont donné lieu chez les anciens aux divisions du mois en quatre semaines de sept jours. Si nous étions placés sur l'hémisphère lunaire qui nous regarde, nous verrions la terre sous les mêmes apparences que celles que nous offre la lune dans sa révolution. Il nous semblerait que c'est la terre qui tourne autour de la lune; nous aurions *nouvelle terre* quand la terre serait entre nous et le soleil, *pleine terre* quand la lune serait entre la terre et le soleil, et ainsi de suite pour le premier et le dernier quartier.

Mais la lune a d'autres apparences intermédiaires entre ces quatre principales phases, comme nous l'avons observé tout à l'heure, et en outre ces quatre phases ont encore dans la science d'autres dé-

nominations déjà citées, et qu'il faut maintenant définir.

La première qui se présente est la *néoménie*, mot composé de deux mots grecs qui signifient *nouvelle lune;* c'était, chez les anciens, la première apparition de cet astre; ils s'assemblaient le soir sur les hauteurs, comme je l'ai dit, pour saluer son retour ou son *premier croissant*, et ils le célébraient par des fêtes et des repas, dans les déserts de Sennaar. L'on comptait la lune du jour que l'on commençait à l'appercevoir se lever du côté de l'occident, et la néoménie réglait les assemblées, les sacrifices et les exercices publics; les nouvelles lunes qui commençaient avec le renouvellement des quatre saisons étaient les plus solennelles. Cette coutume de célébrer la néoménie ou la renaissance de la lune, se retrouve chez presque tous les peuples. On lit dans Horace :

Jam cytherea choros ducit Venus
Imminente lunâ,

Junctæque nymphis gratiæ decentes,
Alterno terram quatiunt pede,
Dùm graves cyclopum
Vulcanus ardens urit officinas.

(Odé IV, liv. 1er.)

Déjà la reine de Cythère,
Aux feux du croissant tributaire,
A réuni ses chœurs légers;
Les grâces, l'amour et sa mère,
Les nymphes, les dieux bocagers,
En cadence effleurent la terre;
Tandis qu'en ses noirs arsenaux
Le mâle artisan du tonnerre
Embrase ses ardens fourneaux.

(*Extrait de ma traduction d'Horace.*)

Lorsque la lune se montre sous l'apparence d'un demi-cercle coupé, c'est-à-dire, dont la partie lumineuse est terminée par une ligne droite, c'est le temps de la *dichotomie;* la *lune* est deux fois *dichotome* (luna dividua) dans sa révolution autour de la terre, c'est-à-dire, au premier et au dernier quartier, position qui s'appelle aussi *quadrature;* il y a donc deux

quadratures ou deux *dichotomies* dans la révolution lunaire.

Après avoir paru sous la forme d'un demi-cercle, la lune devenant pleine et étant alors visible sous la forme d'un cercle entier; ou bien, de pleine qu'elle était, redevenant, après quatre jours, invisible ou nouvelle lune : il y a dès-lors pour elle deux positions diamétralement contraires, et qu'on appelle *syzygies;* l'une prend le nom d'*opposition*, c'est le temps de la pleine lune, ou quand la terre passe entre le soleil et la lune, et l'autre celui de *conjonction*, c'est le temps de la nouvelle lune, ou quand la lune passe entre le soleil et la terre. Dans ce cas ce n'est point le grand éclat du soleil, devant lequel la lune passe, qui nous empêche de la voir; nous ne la verrions pas davantage quand nous pourrions nous garantir de l'impression trop vive de la lumière solaire, car c'est alors l'hémisphère obscur, ou le côté non éclairé par le soleil, qui est

tourné vers nous. C'est dans les conjonctions qu'arrivent les éclipses de soleil, pourvu que la distance du bord inférieur au plan de l'écliptique soit moindre que le demi-diamètre apparent du soleil; et c'est dans les oppositions que la lune peut être éclipsée à son tour, si la distance de son bord intérieur au plan de l'écliptique est moindre que le demi-diamètre de l'ombre projetée par la terre à cette distance. Nous parlerons des éclipses dans les notes de cette lettre.

Il est encore des points intermédiaires entre les deux *syzygies* et les deux *dichotomies* ou *quadratures;* et ces points intermédiaires, qui partagent par le milieu l'intervalle d'une phase à l'autre, on les appelle *octans.* L'intervalle entre la nouvelle lune et le premier quartier, entre le premier quartier et la pleine lune, entre la pleine lune et le dernier quartier, et entre le dernier quartier et la nouvelle lune suivante, donne quatre octans; ainsi la lune

dans sa révolution se trouve quatre fois dans les octans.

Quand nous ne voyons pas la lune, c'est qu'elle passe entre le soleil et nous, ou bien qu'elle marche de jour avec le soleil. Alors la lune nous voit sans être vue, et nous voit sous la même forme que nous apercevons la pleine lune. Il faut pour cela que la terre lui renvoie la lumière du soleil; c'est en effet ce qui arrive dans le moment de la conjonction, où la lune, entre les deux crépuscules, nous renvoie cette lumière déjà réfléchie par la terre, et que nous appelons *lumière cendrée*, à cause de sa couleur.

Le phénomène de cette faible clarté est plus sensible près de la néoménie, et surtout le troisième jour, parce que la terre est vue pleine et dans son plus grand éclat par l'habitant de la lune placé sur l'hémisphère obscur, et parce que la lumière réfléchie par notre globe est treize fois plus considérable que celle du globe lunaire,

laquelle n'a plus aucune chaleur en arrivant sur la terre. La lune étant bien plus petite que la terre, la lumière qu'elle en reçoit doit être infiniment plus grande; il n'est donc pas étonnant que la lune puisse renvoyer jusqu'à nous cette lumière réfléchie de la terre sur elle-même, et que cette lumière doublement réfléchie nous fasse voir la lune. Nous l'apercevrions tout entière lorsqu'elle est en conjonction, si le soleil que nous voyons en même temps n'absorbait totalement cette lueur terrestre réfléchie sur la lune, et n'empêchait alors de voir ce satellite.

La lumière cendrée dilate aussi le croissant lumineux, lequel paraît être d'un diamètre beaucoup plus grand que le disque obscur de la lune. Lalande observe que cela vient de la force d'une grande lumière placée à côté d'une petite, l'une efface l'autre et l'absorbe; le croissant paraît enflé par un débordement de lumière qui s'éparpille dans la rétine de l'œil, et

élargit le disque de la lune, l'air ambiant éclairé par la lune augmente encore cette illusion.

En expliquant le mouvement de rotation et de révolution de la lune, nous avons dit que ce satellite étant quelquefois plus et quelquefois moins avancé sur son orbite, inégalité de marche qui fait que tantôt elle nous découvre un peu de la partie cachée d'un côté, et tantôt un peu de l'autre, cette inégalité donne lieu à une espèce de balancement qu'on appelle *libration*, balancement autour de son centre, qui nous dérobe et nous découvre alternativement vers les bords quelques portions de sa surface; les oscillations des taches lunaires le confirment pleinement. Les uns prétendent que ce balancement n'est rien qu'une illusion d'optique; d'autres assurent qu'il est réel, non en totalité, mais en partie, à cause de l'attraction. Galilée, en observant le premier les taches lunaires, après le perfectionnement des

lunettes, fut aussi le premier qui remarqua la libration de la lune ou l'oscillation périodique de ses taches. M. de La Place explique ainsi ce phénomène :

« On conçoit aisément que si le grand » axe de la lune s'écarte un peu de la di- » rection du rayon vecteur, qui joint son » centre à celui de la terre, l'attraction ter- » restre tend à le ramener sur ce rayon; » de même que la pesanteur ramène un » pendule vers la verticale. Si le mouve- » ment de rotation de ce satellite eût été » primitivement assez rapide pour vaincre » cette tendance, la durée de sa rotation » n'aurait pas été parfaitement égale à la » durée de sa révolution, et leur différence » nous eût découvert successivement tous » les points de sa surface. Mais dans l'ori- » gine les mouvemens angulaires de rota- » tion et de révolution de la lune ayant » été peu différens, la force avec laquelle » le grand axe de la lune s'éloignait de son » rayon vecteur, n'a pas suffi pour sur-

» monter la tendance du même axe, vers
» ce rayon, due à la pesanteur terrestre
» qui, de cette manière, a rendu ces mou-
» vemens rigoureusement égaux ; et de
» même qu'un pendule écarté par une
» très-petite force de la verticale, y re-
» vient sans cesse en faisant, de chaque
» côté, de petites oscillations ; ainsi, le
» grand axe du sphéroïde lunaire doit os-
» ciller de chaque côté du rayon vecteur
» moyen de son orbite. De là résulte un
» mouvement de libration dont l'étendue
» dépend de la différence primitive des
» deux mouvemens angulaires de rotation
» et de révolution de la lune. Cette libra-
» tion est très-petite, puisque les obser-
» vations ne l'ont pas fait reconnaître. »

Voilà pour la réalité ; quant à la libration purement d'optique, on en distingue trois différentes ; libration en longitude, libration en latitude et libration diurne. La *libration en longitude* ou dans le sens que parcourt la lune dans son orbite, est celle

qui montre successivement tantôt vers le bord oriental, tantôt vers le bord occidental, des régions auparavant invisibles. La *libration en latitude* est celle qui s'opère perpendiculairement à l'écliptique, nous cache successivement et fait reparaître à nos yeux les régions situées vers les pôles de rotation du globe lunaire. Enfin, la *libration diurne* est, dans le mouvement diurne du globe lunaire, son oscillation apparente autour du rayon vecteur mené de son centre au centre de la terre. Si le spectateur était placé au centre de la terre, il n'observerait plus cette troisième libration, parce qu'il rencontrerait toujours la surface lunaire au même point, abstraction faite des deux autres librations précitées.

Il nous reste à vous entretenir de quelques-unes des particularités physiques de la lune, comme de ses montagnes, de ses vallées, de ses volcans, de ses aérolithes; nous aurons ensuite à examiner si elle a une atmosphère, et enfin si elle est habitée.

En observant avec un télescope le globe lunaire, lorsqu'il n'est pas entièrement éclairé par le soleil, on a reconnu des montagnes d'une grande hauteur qui s'élèvent à sa surface ; elles apparaissent comme des points très-brillans, accompagnés d'une partie latérale obscure dont la position et l'étendue varient avec le progrès des phases. Ces points ne paraissent jamais qu'à peu de distance de la partie éclairée, et lorsqu'ils sont atteints par la lumière générale, l'ombre qui les accompagne tourne avec le soleil, de manière à être toujours opposée à cet astre; ils suivent donc les lois des ombres que projètent les corps opaques d'après la position de la lumière ; le soleil frappe le sommet de ces points avant d'en atteindre la base; et les ombres ou taches se réfléchissent sur les plaines en diminuant à mesure que la clarté s'agrandit. C'est ainsi que le soleil éclaire déjà le sommet de nos montagnes, tandis que la plaine ne reçoit

encore aucun de ses rayons. On voit aux bords de la partie éclairée du disque lunaire ces montagnes comme des dentelures qui s'étendent au-delà de la ligne lumineuse, d'une quantité dont la mesure a fait connaître que la hauteur de quelques-unes dépasse vingt-cinq mille pieds, c'est-à-dire environ six mille pieds de plus que la Chimboraço, la plus haute montagne de la terre. En comparant les plus hautes montagnes de la lune et de la terre à leurs diamètres respectifs, on a trouvé que les premières sont environ cinq fois plus grandes que les secondes ; à la surface de la lune la pesanteur est aussi environ cinq fois moindre qu'à celle de la terre. Les inégalités qui hérissent la surface du globe lunaire sont donc proportionnellement beaucoup plus considérables et plus sensibles que celles de notre terre. Si à l'œil nu le globe lunaire paraît toujours uni, ce n'est pas qu'il ne soit hérissé de montagnes comme le reste de la surface; mais,

à cause de son épaisseur et de sa convexité, ces inégalités ne peuvent être sensibles, elles sont effacées par celles qui sont placées devant par rapport à nous.

On reconnaît encore sur le disque lunaire des portions assez étendues qui ne sont jamais aussi éclairées que les autres; elles demeurent toujours dans une obscurité plus ou moins grande; ces portions obscures de la surface lunaire sont des abîmes ou des cavités profondes, semblables aux bassins de nos mers. On les avait d'abord prises pour des mers véritables; mais comme il ne s'élève jamais de nuages dans la lune, il s'ensuit qu'il ne saurait y avoir de liquides à sa surface. Suivant M. Schroëter, ces diverses cavités sont abaissées au-dessous de la surface lunaire depuis dix-huit cents jusqu'à seize mille pieds.

Quant aux volcans, il en existe sur la lune en pleine activité; on les a reconnus par des points lumineux qui ont brillé

pendant un temps plus ou moins considérable, indépendamment du progrès des phases; de semblables points lumineux ont été remarqués pendant les éclipses de soleil, lorsque la face que la lune nous présente est directement opposée à cet astre. L'éclat de ces points augmente jusqu'à un certain terme, auquel ils s'éteignent pour briller quelquefois de nouveau après des intervalles plus ou moins longs; ce qui ne permet pas de douter que ces points ne soient lumineux par eux-mêmes, et par conséquent ne soient des éruptions volcaniques comme celles du Vésuve. L'extrême rareté ou l'absence même de l'atmosphère lunaire n'empêcherait pas ces éruptions de se manifester, puisqu'il existe des corps qui dans leur ignition développent assez de gaz oxigène pour suffire à leur combustion.

M. de La Place attribue aux volcans lunaires ces pierres qui tombent du ciel et qu'on appelle *aérolithes.* « Le calcul, dit

M. Francœur, montre en effet qu'aucune résistance atmosphérique ne diminuant la vitesse d'un tel projectile, il suffirait d'une force quadruple de celle de la poudre à canon pour détruire la pesanteur qui tend à le ramener au sol lunaire, et pour l'élever à la hauteur à laquelle la gravité terrestre s'en emparerait. » On a recueilli sur la chute d'une aérolithe en 1822, près d'Épinal, département des Vosges, des particularités assez intéressantes et que nous consignerons dans les notes de cette lettre. Les aérolithes ou *pierres de l'air* sont, suivant M. Biot, des masses pyriteuses où l'on voit briller des grains métalliques. La surface extérieure est noire, comme si elle avait été brûlée par le feu. Il pense, sans rejeter l'opinion de M. de La Place, que ces masses solides sont amenées sur la terre par des météores que l'on nomme *bolides* ou *globes de feu.*

Il nous reste à vous parler de l'atmosphère et des habitans de la lune. On a

élevé jusqu'ici beaucoup de doutes sur l'une et l'autre existence. Pour commencer par l'atmosphère, ce fluide gazeux qui nous environne à une distance de trente-huit mille toises, les astronomes s'accordent presque tous à dire qu'il n'en existe pas autour du globe lunaire, puisqu'il n'a point de fluide sur sa surface, laquelle est tout-à-fait aride, offrant constamment les mêmes taches disposées de la même manière et ne montrant jamais le moindre changement. Une atmosphère et des nuages qui se balanceraient dans elle, qui se formeraient et se dissoudraient alternativement, devraient nous présenter des apparences mobiles et changeantes comme eux. On remarque de semblables changemens dans la planète de Jupiter, quoique infiniment plus éloignée de nous, et rien de pareil ne se présente sur le satellite de la terre; tout y demeure dans un état fixe et immuable, si l'on excepte les éruptions volcaniques, et il y règne sans doute un

froid excessif : il est possible, dit M. Biot, que la lune ait eu autrefois une atmosphère, qu'alors elle ait été habitée : voilà, ajoute-t-il, ce qui la fait regarder, par quelques philosophes, comme un monde glacé et fini. « Si la lune, dit M. Francœur, avait comme la terre une atmosphère, la lumière des étoiles devrait s'y réfracter en la traversant. L'étoile, à la sortie de l'atmosphère de la lune, aurait paru reculer devant la lune et la fuir ensuite rapidement. On peut même, ajoute-t-il, concevoir une atmosphère assez dense pour que l'astre ne soit jamais occulté et passe brusquement d'un côté de la lune à l'autre. Ainsi, la durée de l'occultation, s'il y avait une atmosphère à ce globe, serait moindre que le temps nécessaire pour le traverser d'après son mouvement horaire. Mais l'on n'observe rien de semblable, et l'effet, bien que quadruplé, n'est nullement sensible; au contraire, on a vu quelquefois des astres, après leur contact avec la lune,

paraître encore quelques secondes sur le bord de son disque. Cet effet est-il dû aux montagnes lunaires, ou est-il une simple illusion d'optique? Il ne s'ensuit pas moins que la lune n'a pas d'atmosphère, et par conséquent ni air, ni eaux, ni nuages, ni pluies. »

L'arc-en-ciel est encore une chose qui manque à la lune, puisqu'il se forme dans les pluies et que la lune en est privée; elle manque aussi de crépuscules, ces phénomènes de réfraction qui sont également des effets de l'épaisseur de l'air, phénomènes qui préparent nos yeux à supporter l'éclat des rayons du soleil. « Puisqu'il n'y a, dit Fontenelle, autour de la lune, ni vapeurs, ni nuages pluvieux, adieu l'arc-en-ciel avec l'aurore; et à quoi ressembleront les belles de ce pays-là? Quelle source de comparaisons perdue! » Il est vrai, ajoute-t-il un peu plus loin, que par la même raison, « Il n'y a ni foudres, ni tonnerres, puisque ce sont

aussi des choses qui se forment dans les nuages. On a de beaux jours toujours sereins pendant lesquels on ne perd point le soleil de vue ; on n'a point de nuits ou toutes les étoiles ne se montrent ; on ne connaît ni les orages, ni les tempêtes, ni tout ce qui paraît être un effet de la colère du ciel. »

M. de La Place n'ose ni accorder ni refuser formellement une atmosphère au globe lunaire ; il dit cependant que si elle existe, elle doit être d'une rareté extrême et supérieure à celle du vide que nous formons dans nos machines pneumatiques ; que les fluides comprimés par une atmosphère aussi rare se réduiraient vite en vapeurs, et qu'il y a lieu de croire que tout est solide à la surface de la lune. Un autre astronome également moderne, M. Schroéter, qui a parcouru avec son télescope toutes les surfaces visibles de l'hémisphère lunaire, ses plaines, ses vallées, ses montagnes et ses abîmes,

prétend avoir observé l'enveloppe atmosphérique que l'on refuse généralement à ce satellite de la terre : il lui donne huit mille pieds de hauteur au-dessus de la lune, hauteur bien inférieure à celle de l'atmosphère terrestre, qui est de trente-huit mille toises ; il dit que l'atmosphère de la lune est vingt-neuf fois moins dense que celle de notre globe, ce qui supposerait encore une force réfractive d'environ une minute, et Euler ne l'estimait capable que d'une réfraction de vingt secondes. Il pense enfin que l'atmosphère de la lune doit lui donner une température presque uniforme, qui lui paraît une suite de la lente rotation de cet astre sur son axe, de la succession insensible de ses jours, de ses crépuscules et de ses nuits, ainsi que du peu de densité de cette enveloppe atmosphérique; il ne suppose à la surface de la lune que des vents doux et tempérés ; et les nuages lunaires ne se présentent à son esprit, suivant les expressions de

M. Voiron, que comme des vapeurs légères qui s'élèvent dans de petits espaces au-dessus des vallées et des basses montagnes, retombent sur elles comme une douce rosée, et sont des réservoirs inépuisables de richesse et de fécondité.

J'ai voulu réunir ces différentes opinions que vous pourrez examiner. J'en ajouterai une dernière, c'est celle d'un de nos premiers astronomes vivans, M. Arago, savant aussi profond qu'obligeant et modeste : frappé de cette diversité d'opinions relativement à l'existence ou la non existence d'une atmosphère lunaire, j'ai été le consulter sur ce point en litige, et il m'a répondu, avec sa bienveillance accoutumée, que dans sa conviction, la lune n'avait point d'atmosphère.

Nous arrivons maintenant à la dernière question que nous avons promis d'aborder, celle de savoir *si la lune est habitée*. En ne consultant que l'analogie avec notre terre et les autres planètes, tout nous porte à y

croire; il faudrait cependant aux habitans de la lune une tout autre nature qu'à ceux de la terre, puisqu'il paraît que le satellite lunaire est privé d'atmosphère et par conséquent d'air et d'eau. M. Schroéter, qui rend toutes ces choses à la lune, excepté l'eau peut-être, ne balance point à déclarer ce satellite habité. Il a même découvert dans différentes contrées lunaires plusieurs élévations qu'il croit pouvoir aussi bien attribuer à l'industrie qu'à la nature. Il en a vu qui lui paraissaient rassemblées en masses comme les habitations dont se composent nos villes. La subtilité de l'atmosphère qu'il accorde à la lune, le grand nombre de ses montagnes et de ses cratères, le manque d'eau à sa surface, ne lui semblent point des obstacles suffisans pour empêcher la lune d'être habitée ; il pense que la nature peut avoir créé des êtres intelligens, capables de respirer et de vivre dans un air atmosphérique vingt-neuf fois moins dense que le nôtre ; que

si la lune manque d'eaux, elle peut contenir un autre liquide propre à la vie des êtres organisés qui l'habitent, et que, dans cette hypothèse, les deux canaux qu'il a remarqués dans la lune pourraient bien être des fleuves et servir aux usages de ses habitans. Tout ce qu'avance M. Schroéter sur l'existence des Sélénites ou habitans de la lune est fort ingénieux, mais difficile à faire admettre, puisque rien ne constate suffisamment ni l'air ni les liquides nécessaires à leurs besoins. Fontenelle n'y regarde pas de si près ; il affirme que la lune est une terre habitée, puisqu'elle ressemble en tout à la nôtre. Les incrédules seraient, selon lui, comme un bourgeois de Paris qui, n'étant jamais sorti de la ville, soutiendrait que Saint-Denis n'est point habité. Nous ne suivrons pas Fontenelle dans ses riantes fictions ; elles charmeront toujours les lecteurs, mais ne porteront la conviction que dans un bien petit nombre d'esprits éclairés. La grande

question sur l'existence des Sélénites sera probablement long-temps encore indécise, et jusqu'à ce qu'un nouveau paladin nous rapporte des nouvelles de la lune avec quelques-unes des fioles miraculeuses qu'Astolfe y découvrit dans son voyage avec un saint apôtre, nous devons nous abstenir de porter un jugement.

Nous terminerons cette lettre par une ode où nous avons tâché de rassembler ce qu'il y avait à dire de plus intéressant sur la lune.

ODE

A LA LUNE.

Aimable reine du silence,
O toi dont le disque argenté
Aux cieux mollement se balance,
Et fixe mon œil enchanté ;
Salut ! ton doux éclat m'inspire ;
Je veux célébrer ton empire
Et tes mystérieux trésors :
De la nuit paisible courrière,
Éclaire-moi de ta lumière ;
Elle est propice à mes accords.

Contemporaine de la terre,
Toi qu'enrichit le dieu du jour,
Tu naquis noble tributaire
Du monde où l'homme a son séjour.
Quand sur lui-même notre globe
Roule, et par degrés nous dérobe
Aux rayons du dieu de Délos ;
Ta lueur vacillante et pure,
Illuminant la nuit obscure,
Nous vient retirer du chaos.

Le Crépuscule règne encore,
Et déjà ton astre incertain
Commence une douteuse aurore,
Avant-courrière du matin.
De nouveau ton croissant timide
Émaille la prairie humide,
Des bois anime le rideau ;
Et pour admirer ton passage,
La méditation du sage
Des soins dépose le fardeau.

Oh! quelle inexprimable ivresse,
Jeunes amans, vient vous saisir,
Quand ce fanal de la tendresse
Luit au rendez-vous du plaisir!
Voyageur égaré dans l'ombre,
Et que parfois la nuit trop sombre
Peut livrer aux coups du trépas,
Qu'il tarde à ton âme oppressée
Que Phébé revienne, empressée,
Chasser l'ombre devant tes pas!

Phébé! que de fois sur les ondes,
Te levant pour les détromper,
Tu sauvas les nefs vagabondes
Et qu'un écueil allait frapper!
C'est peu : ta présence rassure
Et guide un autre Palinure
Que l'erreur écartait du port;
Marchant au milieu des étoiles,
Ton disque, allumé sur ses voiles,
Des mers vient éclairer le bord.

Si, des feux du Jour émanée,
Ta lumière n'est point à toi;
Si, par notre globe entraînée,
Tu roules soumise à sa loi :
Aux mers que ta force soulève
Tu commandes, et l'onde élève
Un mont liquide vers les cieux;
Lorsqu'un pouvoir secret l'arrête,
Et de sa fureur qui s'apprête
Retient l'élan séditieux.

Compagne aimable de la terre
Dans son voyage solennel,
O Phébé, dont nulle atmosphère
Ne voile le cours éternel;
Si tes montagnes, tes vallées,
D'habitans se montrent peuplées,
Dis : sont-ils semblables à nous?
Comment, sur tes sommets arides,
Peuvent-ils, sans air, ni fluides,
De la mort éviter les coups.

Soupçonnent-ils notre existence?
Ont-ils des sens moins imparfaits?
Connaissent-ils l'indépendance,
Et les vertus, et les forfaits?
Ont-ils enfin sur ta surface
Une autre gloire qui s'efface?
Comme nous, atomes souffrans,
Ont-ils des Newtons, des Voltaires,
Et cherchent-ils d'autres terres
Pour échapper à des tyrans?

Mais pourquoi ces tristes pensées ?
A tes sujets, sans doute, égaux,
Les faveurs du ciel dispensées,
Sans doute, ont épargné les maux.
Astre de la mélancolie,
Puisse dans tes champs la folie
Jamais n'égarer les mortels,
Et qu'aux doux climats de la Lune
La Sagesse, et non la Fortune,
Obtienne seule des autels.

NOTES ET DÉVELOPPEMENS.

VIII.

Inégalités lunaires. Éclipses de soleil, de lune, et de satellites. Aérolithe tombé dans les Vosges. Montagnes de la lune.

Après le soleil, dont les rayons animent et vivifient toute la nature, le corps céleste qui intéresse le plus la terre, c'est la lune. Les anciens connurent de bonne heure le mouvement propre de ce satellite de la terre; ils l'étudièrent plus particulièrement, parce que long-temps il leur servit de point de départ dans la supputation de leurs semaines, de leurs mois et de leurs années. Chaque sept jours, la lune prenait une phase nouvelle; chaque vingt-sept jours et demi, elle commençait un nouveau cours. Les phases devinrent ainsi l'objet de leurs

premières observations, et cette étude apprit bientôt que la lune était ronde, et tirait sa lumière du soleil. On vit, plus tard, que dans sa route elle s'écartait de l'écliptique; qu'elle était inclinée d'environ cinq degrés, et que, sur son orbe incliné, elle coupait l'écliptique ou la route apparente du soleil en deux points, qui furent appelés les nœuds, et qui aidèrent à fixer le mouvement des éclipses lunaires. Ces nœuds ont aussi un mouvement : la période du retour de la lune à l'un de ces mêmes points n'était pas la même que celle du retour de la lune au même point du zodiaque : on établit cette double période; on en trouva de plus grandes relatives à l'inégalité de la lune, à son nœud, et au soleil, et on finit par en déterminer une appelée saros, ou période chaldaïque; elle comprenait deux cent vingt-trois mois lunaires, représentant six mille cinq cent quatre-vingt-cinq jours un tiers, ou dix-huit années tropiques et onze jours : période après laquelle tout reparaissait dans le même ordre qu'auparavant pour la lune; période qu'ensuite les Chaldéens triplèrent, en en formant une nouvelle de six cent soixante-neuf mois, ou de dix-neuf mille sept cent cinquante-six

jours entiers, pour ramener le soleil et la lune à la même distance du nœud et de l'apogée.

Le mouvement de la lune était donc bien connu des anciens; mais avaient-ils une idée aussi nette de la nature et de la dimension de cet astre? Ils l'appelaient une terre éthérée, formant la soixante-douzième partie de la terre; ils n'estimaient son diamètre que la huitième partie de la terre, dont il est le quart. Thalès croyait la lune douée d'une lumière à elle; cette erreur venait probablement de ce qu'il avait vu la lueur pâle de la partie obscure de la lune, lorsqu'elle paraît sous la forme d'un croissant, ou la couleur rougeâtre dont elle est affectée dans ses éclipses totales, couleur qui est due aux rayons du soleil réfractés dans l'atmosphère du globe terrestre, et qui, transmis jusqu'à la lune, sont renvoyés vers nous. Aristarque pensait que la lune était une fois et demie moins éloignée de nous que le soleil; Hipparque estimait cette distance lunaire entre soixante-dix et quatre-vingts demi-diamètres; Ptolémée, entre quarante et cinquante; et Possidonius, à cinquante-deux et demi, dernière estimation qui se rapprochait davantage des soixante demi-

diamètres terrestres qu'ont trouvés les modernes, c'est-à-dire, quatre-vingt-cinq mille neuf cent vingt-huit lieues de la lune à la terre.

A la restauration de la science, au temps de Copernic, on rechercha les causes des inégalités lunaires. La première, observée par les Chaldéens, avait été vérifiée par le célèbre Hipparque, qui la trouva comme eux de cinq degrés pendant les syzygies; Ptolémée avait découvert la seconde, qu'il trouva de deux degrés en sus de la première, différence dont la lune s'écartait, au-delà de cinq degrés, dans les quadratures, où la variation est la plus étendue; Tycho-Brahé, quinze cents ans après l'auteur de l'Almageste, découvrit une troisième inégalité lunaire, dans la portion de l'orbe entre la nouvelle lune, ou la pleine lune, et les deux quadratures, et la trouva de $40^{m} \frac{1}{2}$; il aperçut encore l'inégalité du mouvement des nœuds dans une révolution d'à peu près dix-neuf ans; Galilée, à son tour, étudiant la lune, la vit hérissée de montagnes et semblable à la terre; il découvrit sa libration ou le balancement de son axe; et Dominique Cassini trouva sa ro-

tation, qu'il estima égale à son mouvement de révolution autour de la terre.

Les inégalités de la lune ont été calculées d'une manière rigoureuse et avec une grande supériorité par M. de La Place, qui a résolu tant de problèmes astronomiques si difficiles à aborder. Les principales inégalités lunaires sont la variation, l'évection et l'équation annuelle. La *variation* est une augmentation ou diminution de vitesse lunaire, dans le moyen mouvement, en raison des situations respectives du soleil, de la lune et de la terre; c'est une série d'inégalités, dont le minimum est à la quadrature, et le maximum à la syzygie ou à l'opposition. L'*évection* est un changement de la courbe de l'orbe lunaire, par lequel, en vertu de la gravitation universelle, il s'approche ou s'éloigne de la forme du cercle; changement qui en donne un d'excentricité de sept degrés deux tiers. Enfin *l'équation annuelle* est l'inégalité de la vitesse lunaire, dépendante de la distance rectiligne de la terre au soleil. Dans la révolution de la lune autour du globe terrestre, la distance est sujette à de nombreuses inégalités; au périgée, elle est la moindre; elle est la plus

grande à l'apogée : il en est de même de la vitesse lunaire et de l'action solaire; l'une et l'autre est plus considérable à un moins grand éloignement du foyer, et plus petite à un plus grand; cette différence d'éloignement doit dilater et contracter alternativement l'orbite de la lune, suivant que la terre s'approche ou s'éloigne du soleil, et amener des inégalités dont la période s'accomplit dans l'année. La dilatation et la contraction alternative de l'orbite lunaire, occasione l'*évection;* la différence de vitesse qui diminue de la syzygie à la quadrature, et augmente de la quadrature à la syzygie, produit la *variation;* et les inégalités qui se forment et s'annullent tous les ans par les inégalités de vitesse de la lune, lesquelles sont entièrement contraires à celles du globe, amènent l'*équation annuelle.* Il existe aussi une *équation séculaire* de la lune, équation due, suivant M. de La Place, à l'action du soleil sur la lune, combinée avec la variation de l'excentricité de l'orbe terrestre. Mais il faut lire, dans l'*Exposition du Système du monde,* l'explication de ces grandes inégalités, qui, pour être comprises, exigent toutes les ressources de

l'analyse la plus profonde et la plus déliée ; ce n'est que dans un avenir infiniment lointain qu'elles acquerront tout leur développement. M. de La Place annonce « qu'elles produiront » un jour des variations au moins égales au qua- » rantième de la circonférence, dans le mouve- » ment séculaire de la lune, et au douzième de la » circonférence dans celui de son périgée. Ces » inégalités, ajoute-t-il, ne vont pas toujours » croissant; elles sont périodiques comme celles » de l'excentricité de l'orbe terrestre, dont elles » dépendent, et ne se rétablissent qu'après des » *millions d'années*. Elles doivent altérer à la » longue les périodes imaginées pour embrasser » des nombres entiers de révolutions de la lune, » par rapport à ses nœuds, à son périgée et au » soleil, périodes qui diffèrent sensiblement, » dans les diverses parties de l'immense période » de l'équation séculaire. La période lunisolaire » de six cents ans a été rigoureuse à une époque » où il serait facile de remonter par l'analyse, » si les masses des planètes étaient bien déter- » minées; mais cette détermination, si dési- » rable pour la perfection des théories astrono- » miques, nous manque encore. Heureusement

» Jupiter, dont nous connaissons exactement la
» masse, est celle des planètes qui a le plus
» d'influence sur l'équation séculaire de la
» lune. »

A l'égard de cette équation séculaire, qui vient de la variation d'excentricité de l'orbe terrestre et de l'action du soleil sur la lune, M. de La Place dit ailleurs, dans son *Système du monde :* « Quand l'excentricité diminue, la
» vitesse lunaire augmente; cette accélération
» se changera en retardement, quand l'excen-
» tricité, parvenue à son minimum, cessera de
» diminuer, pour commencer à croître. Dans
» l'intervalle de 1700 à 1800, le carré de l'ex-
» centricité de l'orbe terrestre diminue de
» 0,0000015325; l'accroissement correspondant
» de la vitesse angulaire de la lune est de
» 0,0000000128425 de cette vitesse. Cet ac-
» croissement ayant lieu successivement et
» proportionnellement au temps, son effet sur
» le mouvement de la lune, est la moitié moin-
» dre que si, dans tout le cours du siècle,
» il était le même qu'à la fin; il faut donc
» pour déterminer cet effet ou l'équation sécu-
» laire de la lune, à la fin d'un siècle à partir

» de 1700, multiplier le mouvement séculaire
» de la lune, par la moitié du très-petit ac-
» croissement de sa vitesse angulaire ; or, dans
» un siècle, le mouvement de la lune est de
» 534740545 4"; on aura ainsi 34", 337 pour
» équation séculaire. »

Une autre série de phénomènes non moins intéressans et beaucoup plus faciles à comprendre, appelle notre attention : je vais rechercher la cause des *éclipses,* leurs circonstances générales et particulières, leur durée, les corps célestes qui en éprouvent, et les moyens de les prédire.

Il n'est pas étonnant que les premières éclipses aient été pour les peuples un sujet de terreur; ils purent penser d'abord que la perte de la lumière allait amener celle de toute la nature; et il fallut des siècles peut-être pour les tirer d'erreur. Nous qui savons depuis long-temps nous rendre compte de ce phénomène qui nous paraît si naturel, comme il l'est en effet, puisqu'il résulte uniquement de l'interposition de la lune entre le soleil et la terre pour les éclipses de soleil, et de l'interposition de la terre entre le soleil et la lune pour les éclipses de lune,

nous nous rions de l'ignorance des anciens, qui en étaient effrayés : mais les choses les plus simples sont souvent les dernières qui se dévoilent à notre intelligence : que de travaux immenses et quelle série de siècles n'a-t-il point fallu pour arriver à reconnaître l'admirable simplicité des lois de la nature, ces lois si compliquées en apparence, et que le génie de Newton sut réduire à une seule ! Qu'il y a loin des épicycles bizarres et infinis de Ptolémée aux trois lois de Képler, pour expliquer le mouvement des planètes ! Gardons-nous donc d'un dédain méprisant pour les faiblesses des nations antiques, et rappelons-nous qu'il n'y a pas un siècle nous avions encore des lisières. Au surplus, ces terreurs ne semblent point avoir été générales ; car il ne paraît pas que les Indiens et surtout les Chinois les aient entièrement partagées. Les peuples de Bénarès, qui observaient les éclipses, n'en étaient nullement épouvantés, et leurs brames ont des tables d'éclipses de cinq à six mille ans d'antiquité. Les Chinois à leur tour en avaient calculé vers l'an 2169 avant notre ère, et déjà l'on punissait de mort les astronomes qui en auraient marqué

trop tôt ou trop tard le moment, non pas qu'on en fût effrayé, mais parce qu'on y attachait une extrême importance pour l'empereur qui devait être heureux sous une petite éclipse, car, selon les idées vulgaires, c'était lui présager un doux règne en annonçant qu'une éclipse solaire ne serait point totale. En outre, comme il y avait des fêtes les jours d'éclipse, exposer un peuple superstitieux et aloux de la règle, à ne point pratiquer les cérémonies d'usage, était un crime que la mort seule pouvait laver. Il est probable que cette coutume barbare est encore en viguenr chez une nation stationnaire dans ses mœurs ainsi que dans ses lois.

Qu'est-ce qu'nne éclipse? c'est la privation momentanée de la lumière d'nn astre. Le mot éclipse qui vient du grec *ecleipó*, deficio, signifie *défaillance*, parce qu'en effet l'astre cesse d'éclairer ou se cache durant le phénomène. Quel est le corps étranger auquel est due la disparition de l'astre? c'est la lune quand il s'agit d'une éclipse de soleil, et c'est la terre quand il s'agit d'une éclipse de lune. Le soleil ne peut être éclipsé pour nous par les

étoiles fixes, vu qu'elles sont trop éloignées, et que d'ailleurs elles ont une lumière propre. La distance empêche qu'elles ne puissent se trouver entre la terre et le soleil, et quand bien même elles pourraient arriver dans cette situation, chose évidemment impossible, la partie du soleil qu'elles couvriraient ne resterait pas sans lumière, puisque la leur y suppléerait. Les planètes n'ont pas de lumière propre, et sont infiniment moins distantes que les étoiles; elles auraient alors ce qui manque à celles-ci pour enlever à la terre la lumière du soleil. Mais d'abord, toutes les planètes qui sont plus éloignées du soleil que la terre, telles que Mars, Jupiter, Saturne et Uranus, embrassent la terre dans leurs orbites et ne peuvent se trouver entre elles et le soleil. Il ne resterait plus que Mercure et Vénus qui passent effectivement, Vénus tous les dix-neuf mois, et Mercure tous les quatre mois, entre la terre et le soleil, au point de la conjonction. Mais quand elles viennent sur le disque solaire, il faudrait que l'une de ces planètes, pour nous cacher le soleil, se trouvât sur la ligne droite tirée de la terre au soleil. D'un autre côté, elles

entrent sur le soleil par la partie orientale et sortent par l'occidentale, au lieu que dans une éclipse de soleil l'ombre commence par la partie occidentale et finit par le point opposé. C'est peu encore, elles ont un disque apparent très-petit comparativement à celui du soleil, et ne peuvent en cacher qu'une très-petite partie à la terre, vu leur éloignement de notre séjour; Mercure en cache tout au plus une vingt millième portion, et Vénus une millième. Le diamètre du soleil est de trois cent quinze mille lieues, celui de Mercure n'est que de onze cents lieues, et celui de Vénus, de deux mille sept cents lieues : ainsi les disques de Mercure et de Vénus ne peuvent former qu'une petite tache noire et ronde sur le disque solaire. Mercure y est souvent aperçu; Vénus, très-rarement, et moins au premier nœud qu'au second.

Si les planètes ne peuvent causer pour nous aucune éclipse de soleil, peut-être que les comètes, celles du moins qui passent entre le soleil et la terre, seraient dans le cas de la produire : oui sans doute, mais il faudrait alors que la comète passât par un de ses nœuds

pour se montrer dans le soleil, ou bien qu'elle fût si près de la terre, que son volume apparent excédât le volume du soleil. Mais les comètes viennent très-rarement dans la partie inférieure de leur ellipse, qui se prolonge au-dessus à une distance infinie, et il faudrait encore que dans ce passage à l'orbite inférieure, la comète arrivât juste en même temps dans sa conjonction avec le soleil et assez près du nœud, ce qui jusqu'à présent n'a pas encore été remarqué, car les comètes dont l'orbite est connue ont eu cette conjonction dans une partie fort éloignée des nœuds. D'ailleurs, en supposant que cette circonstance eût lieu, le soleil n'en serait point éclipsé, car les comètes, dont le volume réel est fort petit comparativement au soleil, ont toutes une atmosphère très-grande, à travers laquelle passeraient les rayons solaires.

Ainsi, ni les étoiles, ni les planètes, ni les comètes n'occasionent les éclipses de soleil; c'est donc bien effectivement à la lune qu'elles sont dues; c'est elle qui, la moitié de son globe éclairée par le soleil et l'autre moitié dans les ténèbres, avec une grandeur apparente égale à

celle du soleil à cause du voisinage de la terre, dont elle n'est éloignée que de quatre-vingt-six mille lieues, tandis que le soleil en est à trente-cinq millions; c'est elle, dis-je, qui, passant tous les mois, à l'époque de sa néoménie, entre la terre et le soleil, sous le même point du zodiaque, doit nous enlever ou totalement ou en partie les rayons du soleil, si elle n'est point alors trop au-dessus ou trop au-dessous de l'écliptique. L'éclipse de soleil vient véritablement de l'interposition de la lune entre lui et la terre : car premièrement, le jour qu'il y a éclipse solaire, la lune ne se montre nulle part, ce qui fait voir qu'elle se trouve sur la ligne droite allant du centre de la terre au centre du soleil; secondement, l'éclipse solaire n'a jamais lieu qu'à la fin du mois lunaire, temps de la conjonction ou de la néoménie, temps où la lune regardée de la terre est dans la même partie du ciel que le soleil, a la même longitude et est très-rapprochée de ses nœuds, ainsi que de l'écliptique, ce qui fait qu'elle tombe sur le soleil; troisièmement, enfin la forme circulaire et la grandeur de l'ombre sont les mêmes que celles de la pleine

lune, nouvelle preuve que c'est elle et elle seule qui est cause de l'éclipse de soleil.

Maintenant qu'il est bien certain que la lune seule occasione les éclipses solaires, voyons dans quelles circonstances elles deviennent totales, annulaires ou seulement partielles.

Si la lune est auprès du périgée, c'est-à-dire à l'endroit de son orbite le plus voisin de la terre, et si la ligne droite qui passe par le centre du soleil et de la lune rencontre le centre de la terre, l'éclipse de soleil sera *totale* pour les pays situés sur cette partie centrale, car en ce moment la lune étant le plus près de la terre a un diamètre en apparence plus grand que celui du soleil et peut alors leur cacher entièrement le soleil; et si cette différence de diamètre est la plus grande possible, l'éclipse pourra durer environ *cinq minutes.* L'observateur sera plongé dans le cône d'ombre qu'elle projettera derrière elle du côté de la terre; l'obscurité sera complète, ce qui prouve que la lune n'a point d'atmosphère autour d'elle. Si au lieu d'être au périgée de son orbite, la lune se trouve à l'apogée, c'est-à-dire à l'endroit de sa course le plus éloigné de la terre, bien

que son centre atteigne la ligne qui joint les centres du soleil et de la terre, l'éclipse ne sera plus totale pour les pays placés derrière la lune, parce que le diamètre apparent de ce satellite ne sera plus aussi grand que celui du soleil; l'éclipse sera toujours *centrale* comme dans l'éclipse totale, puisque la lune sera sans latitude en ce moment de la conjonction apparente, où les centres du soleil, de la lune et de la terre seront sur la même ligne droite; mais comme le bord du soleil, qui dépassera un peu le bord de la lune, enverra sur le disque de cette dernière quelques rayons non éclipsés par elle, ils entoureront la lune en lui formant une couronne ou un anneau lumineux; l'éclipse alors sera dite *annulaire*, et l'ombre de la lune n'arrivera point jusqu'à la terre. C'est ce qu'on a vu à Vienne en 1820, et ce qu'on verra à Paris le 9 octobre 1847. Enfin, si la lune ne se trouve pas exactement sur la ligne droite qui joint la terre au soleil, une portion du disque éclairé sera visible pour l'observateur placé au bout de la ligne du côté de la terre, et l'éclipse solaire ne sera que *partielle*, et l'ombre de la lune tombera à côté

de la terre ; la lune alors sera un peu au-dessus ou au-dessous de la droite, menée de l'œil de l'observateur au centre du soleil.

« Les éclipses totales, dit M. Biot, sont » extrêmement remarquables par les ténèbres » qui les accompagnent, et qu'elles portent » successivement sur tous les points de la terre » où l'ombre de la lune peut atteindre, pré- » cisément comme on voit l'ombre d'un nuage » emporté par les vents parcourir les montagnes » et les plaines, et leur dérober pour quelques » instans la lumière du soleil. L'obscurité qui » accompagne ces éclipses est très-profonde ; » elle le paraît encore plus à des yeux qui » sortent de la clarté du jour ; aussi remplit-elle » les animaux de frayeur. Le ciel paraît comme » dans une nuit profonde ; les étoiles se mon- » trent dans tout leur éclat, et l'on aperçoit » autour de la lune une sorte d'auréole pâle et » blanchâtre que l'on croit être la lumière » zodiacale ou l'atmosphère du soleil. »

Une éclipse totale de soleil n'est jamais totale en même temps pour les différens peuples d'un même hémisphère terrestre, et qui ont le soleil sur le même horizon ; elle ne l'est que pour

ceux qui se trouvent placés dans l'ombre de la lune ; elle le devient successivement pour les autres en commençant par l'occident et en supposant que la lune conserve la même position centrale et que son ombre chemine dans la même direction d'occident en orient sur la surface terrestre ; les pays de la terre situés sur les deux bords de l'ombre de la lune n'ont qu'une éclipse partielle, ils sont dans la *pénombre*, mot qui signifie *presque l'ombre* (pene umbra); les lieux au-delà de la pénombre voient tout le disque du soleil, et dans ce moment où il est éclipsé, il n'y a point d'éclipse pour eux. Une figure de la planche II indique ces différentes positions, rappelées encore dans l'explication de cette planche. On trouve dans le passage suivant du poème des *Éclipses* de l'abbé Boscovich, les trois exemples réunis des éclipses de soleil, et une explication analogue à celle que je viens de donner sur les divers pays qui les observent tour à tour :

Quin etiam si tunc imo Dea tramite, terris
Proxima, distento latescat pinguior ore,
Latior ipse quoque umbrosus distenditur orbis,

Et vincit crasso phœbeos augmine vultus.
Hinc medium si fortè Deum media occupet umbra,
Prominet, ac rapit omne jubar circum undique, et ignes
Occulit, ao penitùs radiantia contegit, ora.

At Dea sublimi si fortè in vertice callis
Adstringat frontem brevior, breviore figura
Ipsa etiam coit, et phœbeos arctior umbra
Haud potis est penitùs tegere, ac subducere vultus.
Hinc medio sedet atra sinu : circum undique limbus
Extat, et ardenti fervens micat annulus igne.
Qualis quæ rutilo cum Divûm effingimus ora
Aut auro, aut ære, et festis imponimus aris,
Divinam frontem, ac vultum, crinesque corona
Ambit, et ætherei cives designat Olympi.....

Si satis humentem bijugos deflectat ad austrum
Cynthia, cum Phœbo conjungitur; ille boreis
Fulgebit latè regnis, et lumine terras
Perfundet pleno : non illo tempore tellus
Itala, ferventes non qui terit ustus arenas
Ardentis Libyæ, et tenebras formidet opacas,
Atque insperata tinctum ferrugine solem.
Astrifer algenti quas sidere Indus,
Quas Junonis avis gentes, aut igne quaterno
Fulgida crux, alio torpentes cardine terras
Umbra teget condens, Phœbumque obducet, et atrum
Inferet attonitis alieno tempore noctem.
At contrà in Boream si curru obliqua nigranti
Tantundem se Diva ferat; borealibus oris
Non expectatas minitabitur umbra tenebras.
Cum verò ætherio divæ tibi visa sub axe
Ad medium Phœbi sese via diriget; umbra
Ipsa etiam Phœbi medium contendet ad orbem.
Si quidquam arctoas se curru inclinet ad oras
Cynthia, ab arctoo perstringet margine Phœbum

Umbra, sed oppositum fuscas cùm flectet ad austrum
Diva rotas, premet oppositum latus umbra tenebris.

(De solis ac lunæ defectibus.)

« Ce qui est plus convaincant encore, si Phœbé, alors dans sa plus grande proximité de la terre, nous cache un front plus étendu, l'ombre s'étend aussi, son orbe surpasse celui de Titan. Si dans ces momens le centre de l'ombre répond exactement à celui du soleil, elle s'étend au-delà des bords de cet astre, ravit tous ses rayons, cache tous ses feux, voile absolument tout son front.

» Lorsque la déesse sur le sommet de son orbite rétrécit son disque, l'ombre également rétrécie ne peut voiler tout le soleil, elle ne nous dérobe plus tous ses feux. Au centre de l'astre rayonnant, elle en noircit le sein; mais il reste dans tout son contour un limbe lumineux; un anneau étincelant y brille d'une vive lumière. Telles nous voyons ces couronnes dorées, qui dans nos jours de fête désignent sur nos autels les habitans des cieux, et entourent leurs têtes de rayons resplendissans.....

» Si dans le moment de sa conjonction avec

le soleil, le char de Phœbé s'est assez avancé vers le midi, les régions du nord verront le dieu de la lumière répandre au loin tout son éclat, arroser la terre de tous ses feux. Que l'Italie alors et les peuples qui foulent sous leurs pas les sables brûlans de la Libye, ne redoutent point les ténèbres; elles ne viendront pas leur ravir subitement le char de Phébus; mais ces nations sur qui l'Indien fait pleuvoir les feux de sa constellation, celles qui voient briller l'oiseau de Junon ou l'astre quadruple de la croix, et ces peuples glacés sous le pôle antarctique seront tous couverts par les ombres; Phébus sera caché pour eux; ils verront avec étonnement la nuit étendre son voile dans un temps qui n'était pas destiné à son empire. Si la direction oblique de Phœbé transporte au contraire son char vers le pôle de l'ourse, l'ombre commencera à se montrer sous le limbe du soleil qui répond au même pôle; et si le côté opposé est celui où tend la déesse, il sera aussi celui que l'ombre couvrira. »

Les éclipses de soleil sont plus ou moins considérables, suivant le cône d'ombre que la lune projette derrière elle, et elles arrivent dans le

moment de sa conjonction; les éclipses de lune offrent des caractères à peu près analogues, et ont lieu dans le temps de son opposition, c'est-à-dire quand le centre de la terre se trouve sur la ligne droite menée de la lune au soleil. Dans les éclipses de soleil, la perte de la lumière est successive pour les différens peuples; elle est totale pour la lune, dès que la lune entre dans l'ombre de la terre, et le satellite lunaire est éclipsé en même temps pour une moitié de notre globe. Il y a toutefois également une pénombre dans les éclipses lunaires, comme dans celles de soleil, car la lune ne perd non plus que par degrés la lumière du soleil en pénétrant dans le cône d'ombre de la terre; et quand elle y est plongée, elle reçoit encore une partie des rayons du soleil réfractés de l'atmosphère terrestre et infléchis dans le cône d'ombre même, ce qui donne à la lune un éclat terne et rougeâtre, à peu près pareil à celui que renvoient les nuages après le coucher du soleil. Ce cône d'ombre, où s'élancent les réfractions atmosphériques de la terre, dépasse de beaucoup l'orbite lunaire, puisqu'il s'étend à une distance à peu près quadruple de celle de la lune; dans l'en-

droit où la lune le traverse, son épaisseur est à peu près triple du diamètre lunaire ; il s'allonge à mesure que le soleil s'éloigne, et si la lune se trouvait sur le plan même de l'écliptique, elle franchirait cette ombre tous les vingt-sept jours et demi, et il y aurait tous les mois une éclipse lunaire. Toutes les fois que la lune pénètre dans ce cône d'ombre terrestre, elle doit être éclipsée. Le temps qu'elle y demeure dépend de la différence de son diamètre au diamètre de l'ombre, mais le maximun de l'éclipse lunaire est d'environ *deux heures*, depuis le moment de l'*immersion* ou de l'entrée dans l'ombre, jusqu'à celui de l'*émersion* ou de la sortie de l'ombre. Ajoutons que cette ombre prend une forme circulaire, ce qui prouve que la terre est sensiblement sphérique.

Nous venons de dire que l'ombre projetée par la terre à l'opposite du soleil, s'étend au-delà de la route de la lune; mais le satellite n'y entre pas toujours, parce qu'il ne se meut pas sur le même plan que l'écliptique, et qu'il se trouve tantôt au-dessus, tantôt au-dessous, à cause de la déclinaison de son orbite ; et dans la syzygie il arrive plus d'une fois qu'il n'entre qu'en partie

dans le cône d'ombre de la terre, ou qu'il le touche seulement vers la pénombre, ou qu'il passe tout-à-fait, sans l'avoir même effleuré. S'il n'est entré qu'en partie dans le cône d'ombre, il y a seulement éclipse *partielle* de lune; s'il n'a fait que toucher l'ombre, il n'y a qu'un *appulse* ou un *abord,* du mot latin *appulsus.* Pour l'éclipse *totale,* il faut que la lune soit tout entière plongée dans l'ombre; et cette éclipse devient *centrale* si le centre de la lune passe bien sur la même ligne que le centre de l'ombre. Les éclipses centrales arriveront lorsque la lune, dans son opposition, sera dans l'un de ses nœuds; les éclipses totales, lorsque l'ombre terrestre dépassera la latitude lunaire unie à son demi-diamètre apparent; les éclipses partielles, quand la moitié de l'ombre dépassera la latitude lunaire, affaiblie de son demi-diamètre; et enfin il n'y aura qu'un appulse dès que les deux quantités deviendront identiques, et que la lune ne fera qu'effleurer l'ombre et passera dans la pénombre.

La latitude de la lune est la distance du satellite au nœud de son orbite; elle croît en proportion de l'éloignement de ces points. Si la

distance est moindre que neuf degrés, il y a éclipse de lune; si la distance est entre neuf et douze degrés, l'éclipse est encore probable; si enfin elle dépasse quatorze degrés quatre-vingt-trois, l'éclipse est impossible : de même que pour les éclipses de soleil, aux conjonctions lunaires ou aux nouvelles lunes, une éclipse est certaine, quand la distance du satellite au nœud est moindre de treize degrés; possible entre treize et dix-neuf; et impossible au-delà.

On n'aura jamais une éclipse de soleil ou de lune, à moins que la lune ne se trouve près de ses nœuds dans la conjonction pour éclipser le soleil, et dans l'opposition pour être elle-même éclipsée; plus loin des nœuds elle est aussi plus loin de la route apparente du soleil, et doit éviter l'ombre ou le soleil. Si dans une éclipse de lune elle passe par le milieu de l'ombre, il ne pourra y avoir une autre éclipse de lune que six lunaisons après; il ne pourra non plus y avoir éclipse de lune hors de l'opposition, sans qu'il y ait une éclipse de soleil pour quelque pays de la terre dans la néoménie précédente; enfin il doit y avoir presque chaque année deux éclipses de soleil, sinon totales, du

moins partielles, et deux éclipses de lune; et quelquefois trois de l'un et de l'autre. Si la pleine lune arrive dans un nœud ou fort près de lui, la lune doit se trouver, dans la néoménie suivante comme dans la précédente, assez près du nœud opposé pour produire une éclipse de soleil sur quelque partie du globe terrestre, puisqu'une demi-lunaison est d'environ quinze jours, et que dans quinze jours le soleil s'éloigne du lieu d'environ quinze degrés. L'espace pour les éclipses de lune est seulement de vingt-quatre degrés; il est de trente-six pour les éclipses de soleil, dont dix-huit à droite et dix-huit à gauche. Il ne saurait y avoir six nouvelles lunes de suite sans éclipse solaire, ce qui suppose au moins deux éclipses solaires par année; il peut y avoir une éclipse lunaire au commencement de l'année, une autre six lunaisons après, et une troisième six mois encore après; et, puisque le mois lunaire est plus court que le mois solaire, il peut, de cette manière, arriver trois éclipses lunaires par année. Mais comme aussi le champ des éclipses lunaires est moins étendu que l'intervalle entre les oppositions, intervalle d'environ trente de-

grés, l'année entière peut s'écouler sans qu'il arrive deux éclipses de lune. Il est des années où il n'y a pas d'éclipses, et d'autres où il y en a jusqu'à six.

Ce qui précède fait déjà présumer que le temps écoulé depuis l'origine de la science, a pu permettre de trouver les moyens de prédire les éclipses de soleil et de lune. Il ne fallait que découvrir une période après laquelle le soleil et la lune revinssent exactement ou à fort peu près à la même position, par rapport au nœud de l'orbite lunaire; car au bout de cette période, les aberrations des mouvemens solaires et lunaires redevenant presque les mêmes, les éclipses de soleil et de lune devront reparaître à-peu-près dans le même ordre qu'auparavant. Cette période, qui doit être basée sur la révolution synodique, soit de la lune, soit des nœuds, n'a pas été une conquête des savans modernes; les Chaldéens la connaissaient déjà, et nous leur en sommes redevables, comme je l'ai rappelé au commencement de cette note; ils la nommaient *Saros*; ils l'avaient faite de dix-huit ans onze jours et l'employaient aux prédictions d'éclipses.

Voici comment nous expliquerons cette période.

Le temps de la révolution synodique des nœuds de la lune est de 346 jours 61963; celui de la révolution synodique de la lune ou la lunaison est de 29 jours 5305885. En comparant ce dernier nombre à l'autre, on voit qu'ils sont entre eux, à fort peu près, comme deux cent vingt-trois est à dix-neuf, c'est-à-dire qu'après deux cent vingt-trois mois lunaires, ou environ dix-neuf ans, le nœud de la lune est revenu dix-neuf fois à la même position par rapport au soleil. La différence est peu considérable. Or deux cent vingt-trois mois lunaires équivalent à six mille cinq cent quatre-vingt-cinq jours, qui représentent dix-huit années tropiques et onze jours, période dans laquelle les nœuds qui dans chaque lunaison revenaient en arrière, ont achevé leur révolution complète, et de manière que les éclipses doivent recommencer dans le même ordre que pour les dix-huit ans écoulés, pendant lesquels on a pu faire toutes les observations. Je dois vite ajouter que le rapport de deux cent vingt-trois à dix-neuf n'est qu'approximatif, et qu'il est altéré à

la longue par les inégalités lunaires dont j'ai parlé plus haut, ce qui oblige de recourir aux tables astronomiques, lesquelles corrigent tous ces écarts, et donnent l'instant précis du phénomène écliptique.

Les éclipses de soleil et de lune aident à trouver les longitudes terrestres; c'est même la méthode la plus exacte que nous ayions pour les connaître; elle n'a que l'inconvénient peut-être de la longueur des calculs. La lune est visible en même temps pour une moitié de la terre, et lorsqu'elle est éclipsée, elle cesse d'être visible à cette moitié tout entière du globe terrestre; mais au moment de l'éclipse, les peuples situés sur différens méridiens et qui jouissent du phénomène, comptent alors des heures différentes, et c'est par la comparaison des heures où l'éclipse a été aperçue en différens pays que l'on déduit leurs longitudes. C'est également par la comparaison des heures qu'il était pour différens climats quand la lune s'est trouvée en conjonction avec le soleil, que l'on se sert des éclipses de soleil pour obtenir les degrés de longitude de ces mêmes contrées.

Il nous reste à parler des éclipses de satel-

lites. Elles ont lieu de la même manière que pour la lune, satellite de la terre. Si la terre forme un cône d'ombre derrière elle, par le côté que n'éclaire point le soleil, il doit en être de même des autres planètes qui ont des satellites; ainsi Jupiter, Saturne et Uranus formeront chacune un cône d'ombre plus ou moins considérable, où les satellites, en s'y plongeant, devront être éclipsés. Ce phénomène arrivera plus souvent que pour la terre, puisque chacune de ces planètes a plusieurs satellites, et que tour-à-tour chacun subira une éclipse en pénétrant dans l'ombre du globe central. Le premier des quatre satellites de Jupiter s'éclipse toutes les quarante-deux heures, intervalle plus court que deux jours de la terre, et que cinq de Jupiter. L'ombre de ce premier satellite sur le disque de Jupiter est si grande, que nous pouvons la découvrir de la terre avec de fortes lunettes, quoique nous en soyions quelquefois à une distance de deux cent dix millions de lieues. Les éclipses que le second satellite occasione dans Jupiter ne reviennent que tous les quatre jours environ; celles du troisième tous les sept jours, et celles du qua-

trième tous les dix-sept jours. Lorsque ces satellites passent devant leur planète du côté du soleil, l'ombre projette sur elle un point noir; ce qui démontre que Jupiter est un corps opaque. Les satellites de Saturne et d'Uranus doivent présenter les mêmes phénomènes.

Les éclipses des satellites de Jupiter sont bien plus propres encore que les éclipses de soleil et de lune à déterminer les degrés de longitude, parce qu'elles sont plus fréquentes et parce qu'on les assigne avec infiniment moins d'incertitude. L'observation de ces éclipses de satellites nous a valu la découverte du mouvement successif de la lumière. En calculant l'éclipse du premier satellite, on a remarqué une différence entre le mouvement calculé de l'éclipse et celui de son entrée dans l'ombre; l'instant observé arrive plutôt que l'instant calculé; d'où il suit que le satellite ne disparaît pas encore quoique plongé dans l'ombre, ce qui ne peut venir que parce que le dernier trait de lumière qu'il nous lance nous parvient seulement après un nombre de minutes d'autant plus considérable qu'il est plus loin de nous; la différence est de près de quinze minutes, d'où l'on a conclu

que la lumière emploie environ seize minutes à parcourir soixante-neuf millions de lieues. Mais ce calcul est maintenant bien plus certain encore, et il est reconnu que la lumière du soleil nous arrive en huit minutes treize secondes, et fait par conséquent trente-cinq millions de lieues dans ce temps, ou environ soixante-dix mille lieues par seconde.

Je terminerai cette note par les détails que j'ai promis, dans ma Lettre VIII[e], sur un aérolithe tombé en 1822 dans le département des Vosges; pour cela je transcrirai le rapport qui en fut dressé par deux savans de ce pays, M. Parisot, professeur de physique à Épinal, et M. Gehin, ancien sous-préfet.

« On se souviendra long-temps dans les Vosges des orages désastreux de 1822; celui du 13 septembre, terrible en apparence, mais nullement malfaisant dans ses effets, sera un des plus intéressans aux yeux des physiciens.

» Dès quatre heures du matin, cet orage s'éleva sur l'horizon du département du côté de l'ouest-sud-ouest. L'air était calme, sec et éminemment électrique : les nuages étaient hauts, leurs formes menaçantes, leur direction

variable; ils n'étaient point réunis en grandes masses, mais groupés çà et là de la manière la plus pittoresque; ils obstruaient tout le midi et le couchant; l'orient seul restait serein, mais bientôt son azur s'obscurcit; jamais l'aspect du ciel n'avait été plus sinistre.

» Les éclairs étaient d'une fréquence et d'une vivacité peu communes; plusieurs offraient les corruscations les plus brillantes, et telles que chacun les remarqua comme un fait extraordinaire : un grand nombre se dirigeait vers la terre par des lignes brisées plus ou moins obliques.

» Le bruit du tonnerre était singulier; entendues de loin, les détonations étaient brusques, peu prolongées et se répétaient à des intervalles très-courts. On eût dit le bruit lointain du canon. Entendus de près, les coups les plus forts se bornaient à un sifflement analogue à celui des fusées d'artifice, entrecoupé de déchiremens et de craquemens, et terminé par une succession de pétards, comme un feu de peloton mal exécuté.

» A sept heures du matin, cet orage était parvenu sur la commune de la Baffe, canton

d'Épinal, à deux petites lieues à l'est de la ville. Les faits généraux que nous venons de décrire y furent remarqués comme partout ailleurs ; mais en voici d'autres particuliers à cette localité et beaucoup plus dignes de l'attention des savans.

» Les habitans restés dans leurs foyers, et bien mieux encore ceux répandus en grand nombre dans la campagne, entendirent tout-à-coup dans le ciel, et non sans un grand étonnement, un bruit analogue à celui d'une voiture neuve ou mal graissée qui descendrait avec vitesse le long d'un chemin raboteux et couvert de cailloux. Sa direction était du sud-ouest au nord-est, comme celle de l'orage, et dans un plan incliné à l'horizon; sa durée fut de sept minutes au moins ; sa force augmentait à mesure que le météore s'approchait, et parvint enfin à une intensité effrayante. Il a été entendu, non-seulement des habitans de la Baffe, mais aussi dans les communes environnantes ; il était très-distinct du bruit du tonnerre, qui pendant le même temps grondait en différens points du ciel.

» Le nommé Nicolas Étienne, ancien mi-

litaire et aujourd'hui cultivateur à la Baffe, revenait alors de Docelle avec sa voiture vide, attelée de bœufs; parvenu à un quart de lieue du village et entendant, malgré le bruit de sa voiture, ces roulemens étrangers se diriger sur lui, il crut prudent de s'arrêter. Il dit avoir entendu alors un cliquetis analogue à celui d'un grand nombre de bouteilles que l'on briserait, mêlé au bruit principal qu'il compare à celui d'un obus, puis une explosion sourde et profonde au moment où le météore frappa la terre: il assure avoir aussi vu ce météore s'éclater à l'instant du choc, et plusieurs débris se diriger exclusivement du côté opposé à celui d'où venait l'orage. Mais l'aérolithe lui-même, encore en l'air, s'échappa à sa vue, sans doute à raison de sa grande vitesse. Il assure aussi que l'explosion ne fut ni accompagnée ni immédiatement précédée d'éclairs ni d'aucune autre apparence lumineuse.

» Remis de sa frayeur, Étienne descendit de sa voiture et alla visiter le lieu de l'explosion, situé sur le chemin même et à douze pas au plus en avant de la tête de ses bœufs. Il y trouva un trou rond pratiqué dans le pavé;

les parois en étaient enfumées ; le fond contenait les débris d'une masse de pierre noircie à sa surface postérieure, grise en dedans, grenue, friable, parsemée de points brillans et de filets ferrugineux à l'état métallique, déprimée à sa surface inférieure, irrégulièrement arrondie dans les autres points, autant du moins que l'on peut en juger par la juxtà-position des morceaux qui restaient, car un grand nombre avait jailli dans les champs voisins. Il pense que le volume total de cet aérolithe pouvait être comparé à celui d'un boulet de six ; il n'osait y toucher, dans la crainte de se brûler; mais l'ayant mouillé, il n'éprouva qu'une chaleur très-supportable.

» Le moment de l'apparition de ce phénomène fut celui où le fort de l'orage arriva au zénith, tout resplendissant de feux électriques. Le tonnerre avait grondé avant, et il gronda avec la plus grande force, quoique souvent d'une manière insolite; la pluie qui commençait à tomber devint plus violente ; Étienne ramassa ces pierres de foudre (c'est ainsi qu'il les appelle), remonta sur sa voiture, et se hâta de regagner sa maison.

» Vingt cultivateurs qui travaillaient dans le voisinage à la récolte des grains, ont vu Étienne s'arrêter et exécuter tous les mouvemens ci-dessus relatés; comme lui, ils ont entendu les roulemens raboteux et retentissans dont ils suivaient fort bien la direction; ils ont tremblé à l'explosion finale qui leur a paru envelopper un de leurs concitoyens des plus estimables; ramenés comme lui à la maison, et par l'intérêt qu'ils lui portaient et par la violence de l'ouragan, tous, grands et petits, se sont empressés d'aller le féliciter d'avoir échappé au péril, et examiner les objets qui lui étaient venus des régions éthérées.

» Le météore est tombé au milieu d'une plaine assez vaste, ouverte du côté du midi, entièrement cultivée, sans aucun arbre, ni même de buissons. Nous avons reconnu que la nature du sol était sablonneuse, comme dans tous les environs, et qu'il n'y avait que des grès et des cailloux roulés, sans aucune autre pierre. Il est constant aussi que l'air est resté calme pendant toute la durée de l'orage; ainsi la pierre en question n'a pu être transportée là que par une trombe, etc. »

Ces sortes d'aérolithes ou de pierres de l'air, que les montagnards des Vosges ont nommées pierres de foudre, comme on le voit dans le rapport que je viens de transcrire, nous arrivent des montagnes de la lune, dont je ne dirai qu'un mot.

Toutes les parties de la lune ne nous renvoient pas une lumière de même éclat : elle nous paraît beaucoup plus brillante en certains endroits qu'en d'autres, et la disposition des taches apparentes qui en résultent fait prendre ces dernières pour des formes humaines aux yeux des spectateurs prévenus. On s'est long-temps occupé à rechercher l'origine de ces taches, et l'observation a découvert que les bords extérieurs de la lune ne présentent pas une ligne courbe régulière, mais un cercle dentelé, d'où l'on a dû nécessairement conclure dans cet astre l'existence de montagnes. Deux autres remarques sont venues confirmer ce premier résultat. Lorsque la lune n'est éclairée qu'en partie, on aperçoit, sur les bords de la partie obscure, des points aussi fortement éclairés que la partie de la lune qui est tournée vers le soleil; on ne peut attribuer ce fait qu'aux sommets des mon-

tagnes frappées par la lumière solaire. D'un autre côté, dans le temps même des éclipses de lune, on aperçoit fréquemment sur la partie obscure, alors tournée vers nous, des points qui brillent pendant quelques instans d'une lumière très-vive et s'éteignent ensuite; ce qui a conduit à penser qu'il y existe des volcans, et c'est à l'éruption de ces volcans qu'on attribue la chute sur la terre des pierres nommées aérolithes, phénomène d'autant plus vraisemblable, qu'il suffit qu'un corps soit animé d'une vitesse égale à quatre fois celle d'un boulet en sortant du canon, pour qu'il arrive de la lune à la terre.

Les parties obscures de la lune sont dues à l'ombre portée par les montagnes qui existent dans cet astre; elles sont dues encore à des vallées ou à des excavations profondes observées sur la lune. On avait cru pendant longtemps qu'une autre cause de ces taches était la présence des mers; mais comme on est parvenu à prouver que la lune n'a pas d'atmosphère sensible, et qu'aucun liquide ne peut exister sans atmosphère, on est revenu de cette erreur, ainsi que je l'ai déjà indiqué dans ma lettre.

On est parvenu à mesurer approximativement la hauteur des montagnes de la lune, et il est aisé de concevoir comment on a pu s'y prendre pour celles qui sont sur les bords apparens de la lune; il a suffi de comparer l'épaisseur des dentelures avec le rayon lunaire, et c'est ainsi que l'on a trouvé que quelques montagnes avaient environ trois mille mètres de hauteur. Quant aux montagnes placées dans l'intérieur du disque apparent, on est obligé de faire des calculs mathématiques, dont un ouvrage du genre de celui-ci ne saurait être chargé; on peut néanmoins concevoir qu'il existe un certain rapport entre la hauteur des montagnes, dont le sommet est déjà éclairé par le soleil, et la distance à laquelle cette montagne se trouve du disque éclairé. Cette distance est donnée par l'expérience; on connaît le rayon lunaire, et ces données suffisent pour résoudre le problème.

EXPLICATION DE LA PLANCHE II. (T. 2.)

Figure 1re.

La terre est représentée sur son orbite en T P R V dans sa révolution autour du soleil qui occupe le foyer S. L'aphélie est en P, c'est la plus grande distance de la terre au soleil; elle se trouve en été dans cette position; sa marche est plus lente, et elle reçoit les rayons du soleil perpendiculairement, double motif pour être plus échauffée. Le périhélie est en V, c'est le temps de l'hiver; la terre est le plus près du soleil, mais à cette position elle va le plus vite, et ne reçoit en outre qu'obliquement les rayons du soleil, double motif pour ressentir moins de chaleur qu'en été. T et R sont les lieux de l'orbite où arrivent le printemps et l'automne, ainsi que les équinoxes.

Figures 2 *et* 3.

Ces deux figures représentent deux parallaxes.

Dans la figure 2, C est le centre de la terre ; O et O' sont deux observateurs placés sous le même méridien céleste ; OL O'L, les rayons visuels menés de leurs yeux à l'astre. Comme on rapporte toujours les objets sur le prolongement de ces rayons, le premier observateur voit l'astre en *l* sur la sphère céleste ; le second le verra en *l'* ; la différence de ces résultats, ou l'angle O L O', est une parallaxe.

Dans la figure 3, C est le centre de la terre ; O, un observateur sur la surface ; P, une planète ; Z, le zénith. L'observateur en O, qui pointe l'astre en P vers le zénith, le voit sur la même ligne que le zénith Z, et alors il n'y a point de parallaxe. Mais si, au lieu d'être au zénith, il est plus ou moins éloigné, par exemple en L, alors les rayons par lesquels deux observateurs, l'un en O, l'autre en C, verront l'astre en L, répondront à deux points différens dans le ciel ; l'un jugera l'astre en R, l'autre en Q. Mais comme pour voir un astre dans son vrai lieu, il faudrait être placé au centre de la terre, il suit que sur la surface terrestre, dès le moment qu'un astre a cessé d'être au zénith, on ne l'aperçoit plus dans le

lieu qu'il occupe réellement; il y a changement, différence, et par conséquent parallaxe. Si l'astre était placé en N dans l'horizon du point O, la parallaxe, qui est alors appelée horizontale, serait la plus grande, car l'angle formé par les deux rayons O N et C N est le plus grand; c'est alors qu'il y a le plus de différence entre le lieu vrai et le lieu apparent. L'angle O L C est la parallaxe de l'astre au point L; l'angle O N C est sa parallaxe au point N. L'astre le plus voisin de la terre a une parallaxe plus grande que celui qui en est plus éloigné; ainsi, l'astre en N a une parallaxe plus grande que l'astre en H, et en effet, l'angle formé par les deux lignes O N et O C est plus ouvert que l'angle formé par les deux lignes O H et O C.

Figure 4.

Cette figure représente une ellipse; c'est la courbe que décrit une planète autour du soleil. M, M' M'' est l'ellipse même; F F' sont les deux foyers. La somme des distances de chacun des points de l'ellipse aux deux points fixes appelés foyers est une quantité constante.

Figure 5.

Elle représente encore une ellipse, mais avec deux secteurs C S B et D S A. Les deux arcs B C et D A sont inégaux; mais les aires, c'est-à-dire les espaces contenus dans S C B et dans D S A sont égaux, et les deux arcs seront parcourus par la planète en temps égaux.

Figure 6.

Elle représente deux aires ou surfaces. S est le foyer solaire; T T' T" la courbe planétaire; A A' sont des aires; B B' des arcs; S T, S T', S T", des rayons vecteurs.

Figure 7.

Cette figure représente les deux ellipses de la terre et de Jupiter. S est un des foyers solaires; T T' T" l'ellipse de la terre; J J' J" l'ellipse de Jupiter.

Figure 8.

Globe et double anneau de Saturne.

Figure 9.

Elle montre les phases de la lune. S est le soleil; T la terre autour de laquelle la lune dé-

crit son orbite C D E O F; C, le lieu de la lune en opposition, c'est-à-dire, entre le soleil et la terre : c'est la nouvelle lune; D, le croissant; E, le premier quartier; O, la pleine, ou le temps de l'opposition, c'est-à-dire, lorsque la terre est entre le soleil et la lune; F, le dernier quartier.

Figure 10.

Eclipse. S est le soleil, L la lune, T la terre. La partie noire entre la lune et la terre est l'ombre ou ce qu'on appelle le cône d'ombre; toute la partie entre A et B est privée de la lumière, et il y a là éclipse totale; les lieux voisins en D et C reçoivent encore un peu de lumière, ils sont dans la pénombre, et n'ont qu'une éclipse partielle; il n'y a point d'éclipse pour les pays situés au-delà des points D et C, et ils voient le soleil en entier.

FIN DU DEUXIÈME VOLUME.


DONO
840,874

TABLE

DES MATIÈRES

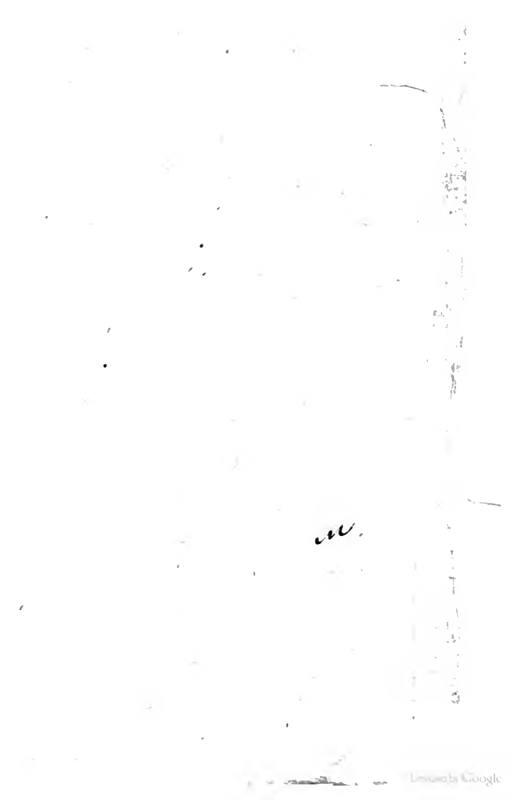
CONTENUES DANS LE TOME SECOND.

Livre II. Systèmc planétaire.

Pag.

FIN DE LA TABLE DU SECOND VOLUME.





OUVRAGES DE M. ALBERT-MONTÉMONT,

prêts à paraître.

ODES D'HORACE, traduction complète en vers, avec le texte et des notes. Deux volumes in-18, (qui paraîtront incessamment).

ODES CHOISIES DE PINDARE, traduction en vers, avec le texte et des notes. Deux volumes in-18.

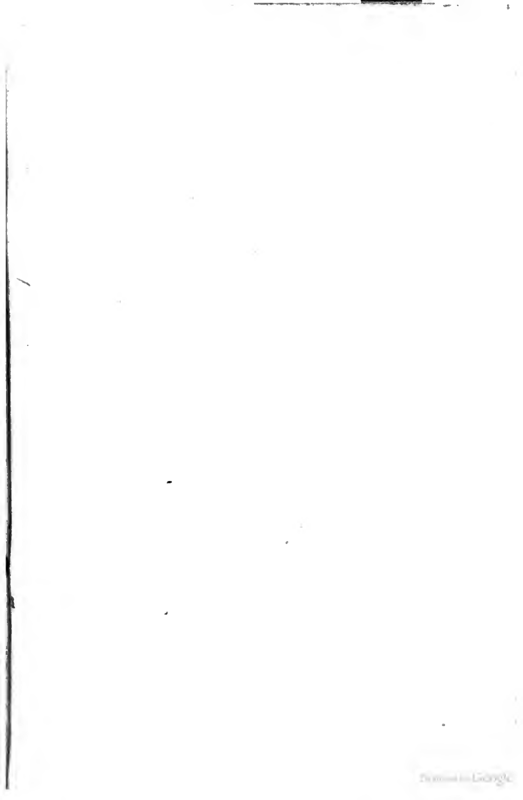
ODES CHOISIES D'AUTEURS ALLEMANDS, ANGLAIS, ITALIENS, ET AUTRES, avec les textes et des notes. Deux volumes in-18.

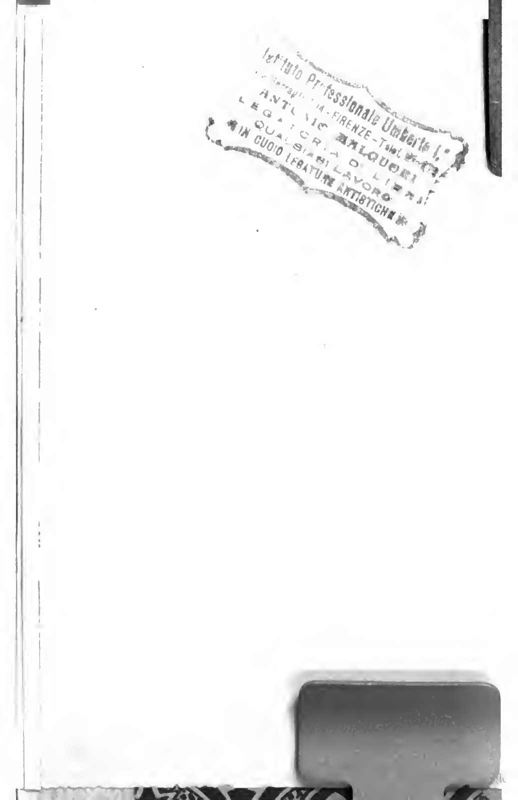
LES PLAISIRS DE L'ESPÉRANCE (*Pleasures of hop*), traduction en vers. Un volume in-18.

LA TRESSE DE CHEVEUX DONNÉE (*La treccia donata*), traduction en vers. Un volume in-18.

ODES ET POÉSIES DIVERSES de l'auteur. Deux volumes in-18.

GRAMMAIRE GÉNÉRALE, OU ANALYSE DE L'ART DE PARLER, considéré dans l'esprit et dans le discours, au moyen des usages comparés des langues hébraïque, grecque, latine, allemande, anglaise, italienne, espagnole, portugaise et française; par le même auteur et J. J. Montémont, son frere, ancien professeur de l'Université. Deux volumes in-8°.




Istituto Professionale Umberto I°
FIRENZE
MALQUORI
LAVORO
IN CUOIO LEGATURE ARTISTICHE


BIBLIOTECA
NAZIONALE
FIRENZE